

01. SECCIONADORES INTERRUPTORES

01.01 El contacto Q1 NA pertenece a

- a) contacto de precorte
- b) contacto de protección térmica
- c) contacto de protección contra funcionamiento monofásico
- d) el disyuntor de fuerza
- e) automático de mando

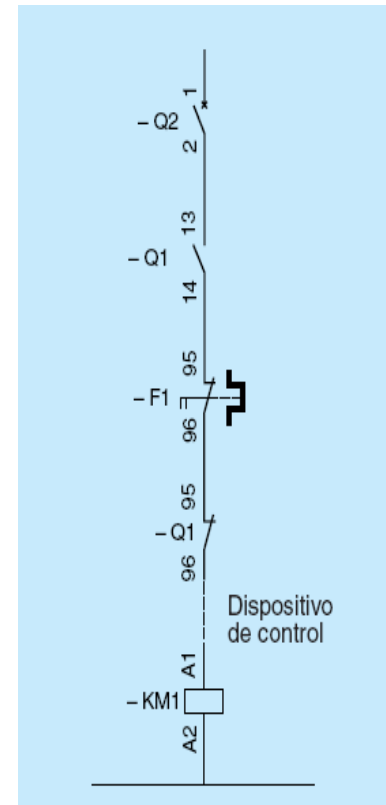
01.02 El contacto Q2 NA pertenece a

- a) contacto de precorte
- b) contacto de protección térmica
- c) contacto de protección contra funcionamiento monofásico
- d) el disyuntor de fuerza
- e) automático de mando

01.03 El contacto Q1 NC pertenece a

- a) contacto de precorte
- b) contacto de protección térmica
- c) contacto de protección contra funcionamiento monofásico
- d) el disyuntor de fuerza
- e) automático de mando

01.04 En el circuito de la figura. ¿Qué son cada uno de esos contactos?



01.05 ¿Para qué sirve un contacto de precorte? Esquema de mando y de fuerza.

01.06 ¿Cuáles son las diferencias fundamentales entre un seccionador y un interruptor? Símbolos.

01.07 El interruptor de potencia puede

- a) establecer, tolerar e interrumpir corrientes en un circuito en condiciones normales
- b) no tolera corrientes de sobrecarga
- c) tolera corrientes de cortocircuito durante 2 segundos
- d) seccionar completamente el circuito eléctrico

01.08 En un contacto de apertura brusca

- a) todos los elementos de sus contactos de apertura pueden ser llevados con certeza a su posición de apertura
- b) tiene puntos de accionamiento y de desaccionamiento bien diferenciados
- c) la velocidad de desplazamiento de los contactos móviles es independiente a la velocidad del elemento de mando

01.09 Un seccionador

- a) no puede cortar sobreintensidades, se estropea
- b) puede cortar corrientes nominales sin estropearse
- c) no aísla el circuito aguas abajo
- d) no debe cortar corrientes
- e) no puede cortar sobreintensidades, pero si puede cortar corrientes nominales

01.01 a

01.02 e

01.03 c

01.07 a

01.08 b, c

01.09 a, d

02. CONTACTORES

02.01 En el rearme automático de un contactor

- a) se usa un contacto temporizado al accionamiento
- b) se evita la puesta en marcha tras un corte de tensión de corta duración
- c) se evita la parada tras un corte de tensión de corta duración

02.02 Describir cómo la caída de tensión en el circuito de control puede dañar a un contactor. ¿Cómo lo solucionamos? Esquema.

02.03 Al conectar un contactor a un autómatas programable hay que tener en cuenta

- a) la corriente permanente
- b) la corriente de llamada
- c) conectar un diodo volante en serie con el contactor en DC
- d) conectar un filtro RC en paralelo en AC

02.04 La bobina de un contactor alimentada en AC

- a) su impedancia es menor con el circuito magnético cerrado
- b) las espiras de Frager evitan vibraciones ruidosas
- c) se debe conectar una resistencia tras el cierre del contactor
- d) el circuito magnético se construye con láminas de acero al silicio ensambladas con remaches

02.05 La bobina de un contactor alimentada en DC

- a) no se producen vibraciones ruidosas
- b) el circuito magnético pueden ser un núcleo sólido de hierro
- c) el circuito magnético pueden ser chapas apiladas de acero al silicio
- d) se debe conectar una resistencia en serie tras el cierre del contactor

02.06 ¿Qué es un polo ruptor?

02.07 ¿Qué es la categoría de empleo de un contactor?

02.01 c

02.03 b, d

02.04 b, d

02.05 a, b, c, d

03. RELES TERMICOS

03.01 En el instante que se dispara un relé térmico.

- a) se interrumpe la corriente que atraviesa el térmico
- b) se interrumpe la corriente que atraviesa el motor
- c) basculan los contactos auxiliares del térmico
- d) se interrumpe la corriente que atraviesa el térmico y basculan los contactos auxiliares del térmico

03.02 Los relés térmicos biláminas

- a) protegen contra sobreintensidades y cortocircuitos
- b) el pulsador de test actúa sobre el contacto NC pero no sobre el NA
- c) de clase 10 actuarán antes que los de clase 20 en las mismas condiciones
- d) protegen contra cortocircuitos

03.03 ¿Cómo protegerías un motor con picos de corriente frecuentes y sobrecargas importantes? Esquema de mando y fuerza.

03.04 En el caso de arranques frecuentes es adecuado usar

- a) relés electromagnéticos de máxima corriente
- b) relés térmicos biláminas
- c) relés de protección por termistor

03.05 Para proteger motores con arranque prolongado

- a) es suficiente usar relés biláminas de clase 30
- b) se usan relés de protección por termistor
- c) se usan relés biláminas cortocircuitados en el arranque

03.01 c

03.02 c

03.04 a

03.05 b, c

04. FUSIBLES

04.01 Un fusible aM

- a) protege contra sobrecorrientes
- b) protege contra cortocircuitos
- c) deja pasar las sobreintensidades

04.02 Si un fusible tipo gG protege contra cortocircuitos y sobrecargas a circuitos con picos de corriente poco elevados por qué se debe poner un relé térmico en serie con él?

04.03 Los fusibles y disyuntores:

- a) Los fusibles tienen un gran poder de corte
- b) Los fusibles de clase g tienen un calibre entre 3 y 15 veces la corriente a plena carga
- c) Los disyuntores protegen frente a los cortocircuitos mediante disparadores térmicos
- d) Los disyuntores actúan más rápido que los fusibles para corriente de cortocircuito pequeñas

04.01 b, c

04.03 a, d

05. AUTOMATICOS

05.01 Dibujar la curva de disparo de un disyuntor magnetotérmico de clase C calibre 10 con todos los valores característicos. Indicar los valores absolutos de las intensidades.

05.02 Dibujar la curva de disparo de un disyuntor magnetotérmico de clase D calibre 16. Indicar el valor de la corriente en A de los valores de las corrientes térmica y magnética.

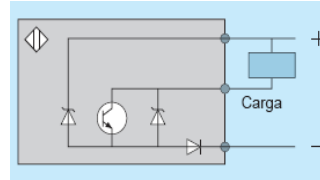
05.03 Si un automático protege contra cortocircuitos y sobrecorrientes ¿por qué hay que poner un relé térmico aguas abajo.?

06. SENSORES

06.01 Dibujar como conectarías un detector **NPN** de tres hilos a un PLC con interfase de entrada PNP. Utiliza los elementos que necesites.

06.02 El detector de la figura es

- a) PNP
- b) NPN
- c) Conmutado



06.03 Dibujar como conectarías un detector NPN de tres hilos al PLC

06.04 Cómo conectarías una carga a dos detectores de 3 hilos en serie

06.05 Qué significa que un detector funciona con conmutación clara

06.06 Como podemos programar un detector óptico para que funcione con conmutación oscura. Que queremos decir con esto?

06.07 ¿Cuándo se activa la salida NA de un detector réflex polarizado funcionando con conmutación clara?

06.08 Que detector pondrías para detectar un objeto de cartón rojo a 10 cm que pasa delante de una cinta transportadora. No puede haber cables que vayan al otro extremo de la cinta -detrás del objeto-. No hay pared donde situar ningún espejo.

¿Cómo programarías el detector para que la salida sea un 0 cuando hay objeto y un 1 cuando no lo hay.

Si la corriente que conduce como máximo el detector es de 200 mA y necesitamos activar un contactor de 500 mA ¿Cómo conectarías el detector de 3 hilos sabiendo que la carga se sitúa entre el cable negro y el marrón. Usa todos los elementos que necesites.

06.09 Que detector pondrías para detectar un objeto de metal a 20 cm que pasa delante de una cinta transportadora. No puede haber cables que vayan al otro extremo de la cinta -detrás del objeto-. No hay pared donde situar ningún espejo.

¿Se podrá programar el detector para que la salida sea un 0 cuando hay objeto y un 1 cuando no lo hay.

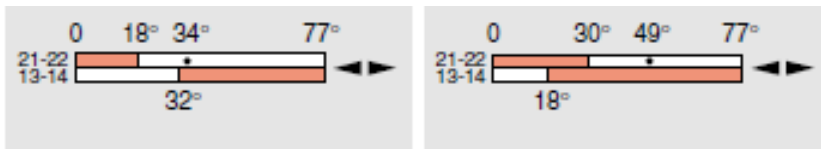
Si la corriente que conduce como máximo el detector es de 200 mA y necesitamos activar un contactor de 350 mA ¿Cómo conectarías el detector de 3 hilos sabiendo que la carga se sitúa entre el cable negro y el marrón.

Usa todos los elementos que necesites.

06.10 En un contacto de apertura brusca

- a) todos los elementos de sus contactos de apertura pueden ser llevados con certeza a su posición de apertura
- b) tiene puntos de accionamiento y de desaccionamiento bien diferenciados
- c) la velocidad de desplazamiento de los contactos móviles es independiente a la velocidad del elemento de mando

06.11 Dibuja los contactos de los 2 finales de carrera cuyo accionamiento y desaccionamiento se reflejan en el dibujo



06.02 b

06.10 b, c

07. NORMALIZACION

07.01 Para referenciar se usan las letras

- a) S para los interruptores de posición
- b) Q para los seccionadores
- c) KA para los contactores auxiliares
- d) B para los detectores de proximidad sin contacto físico
- e) KM para los contactores auxiliares temporizados

07.02 Los siguientes símbolos significan contactos de

- a) apertura o cierre anticipado
- b) apertura o cierre retardado
- c) solapado



07.01 a, b, c, d

07.02 a

09. CEM

09.01 Que se define como compatibilidad magnética

09.02 ¿Cómo se transmiten principalmente las radiaciones electromagnéticas de BF y AF y cómo es su energía?

09.03 ¿Quiénes generan los armónicos, por qué se producen, de qué tipo de frecuencia se tratan y cómo se transmiten?

09.04 ¿Quiénes generan los transitorios, por qué se producen, de qué tipo de frecuencia se tratan y cómo se transmiten?

09.05 ¿Qué es una descarga electrostática, cómo se genera?

09.06 ¿Qué son los aparatos de conmutación por contactos secos?

09.07 Describe el fenómeno de acoplamiento por conducción en las masas de los circuitos electrónicos

09.08 Modos de acoplamiento por conducción

09.09 Modos de acoplamiento por radiación

09.10 Funciones de la tierra en las instalaciones eléctricas

09.11 Diferencias entre masa y tierra

09.12 Para qué sirve una tierra

09.13 Como se deben conectar las masas para minimizar los efectos electromagnéticos de BF y de AF

09.14 ¿Que longitud tiene que tener un cable para comportarse como una impedancia infinita a 50 Hz? ¿ y a 10 MHz?

09.15 ¿Qué es una ferrita y para que se emplea?

09.16 ¿Cómo deben ser las conexiones para garantizar su calidad en AF?

09.17 ¿Cómo se logra la equipotencialidad en un edificio en BF y en AF?

09.18 Reglas de cableado

09.20 Las perturbaciones armónicas

- a) se transmiten por conducción
- b) se transmiten por radiación
- c) son de alta frecuencia
- d) las generan cargas lineales
- e) las generan la conmutación rápida de los contactos

09.21 ¿Qué perturbaciones introducen en los sistemas la conmutación de contactos secos?

09.22 ¿Qué es un bucle entre masas? Qué se debe de hacer con respecto a este elemento.

09.23 ¿Qué es un bucle de masa? Qué se debe de hacer con respecto a este elemento

09.20 a

P01. Cinta transportadora A D Inv PNP Pm 1,5 KW 380 V

Se desea controlar el motor de una **cinta transportadora** dotada de inversión de movimiento. El sistema contará con parada y arranque local y a distancia. La cinta invertirá su movimiento automáticamente cuando se active un detector **inductivo** de tres hilos **PNP (XS630B1PBL10)**. El retorno al punto inicial lo detectará un final de carrera que parará el motor hasta que se vuelva a pulsar marcha. Se dotará al sistema de todas las protecciones necesarias para la seguridad de las personas y de la máquina. La protección contra cortocircuitos deberá implementarse mediante disyuntor.

Si el motor tiene unas características de: $P_{mec} = 1,5KW$, $U_n = 380 V$, $\cos \phi = 0,8$ y $\eta = 0,92$. Corriente de arranque **5 veces** la nominal. Tiempo de arranque **4 segundos**.

Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.

A B C D E F G H

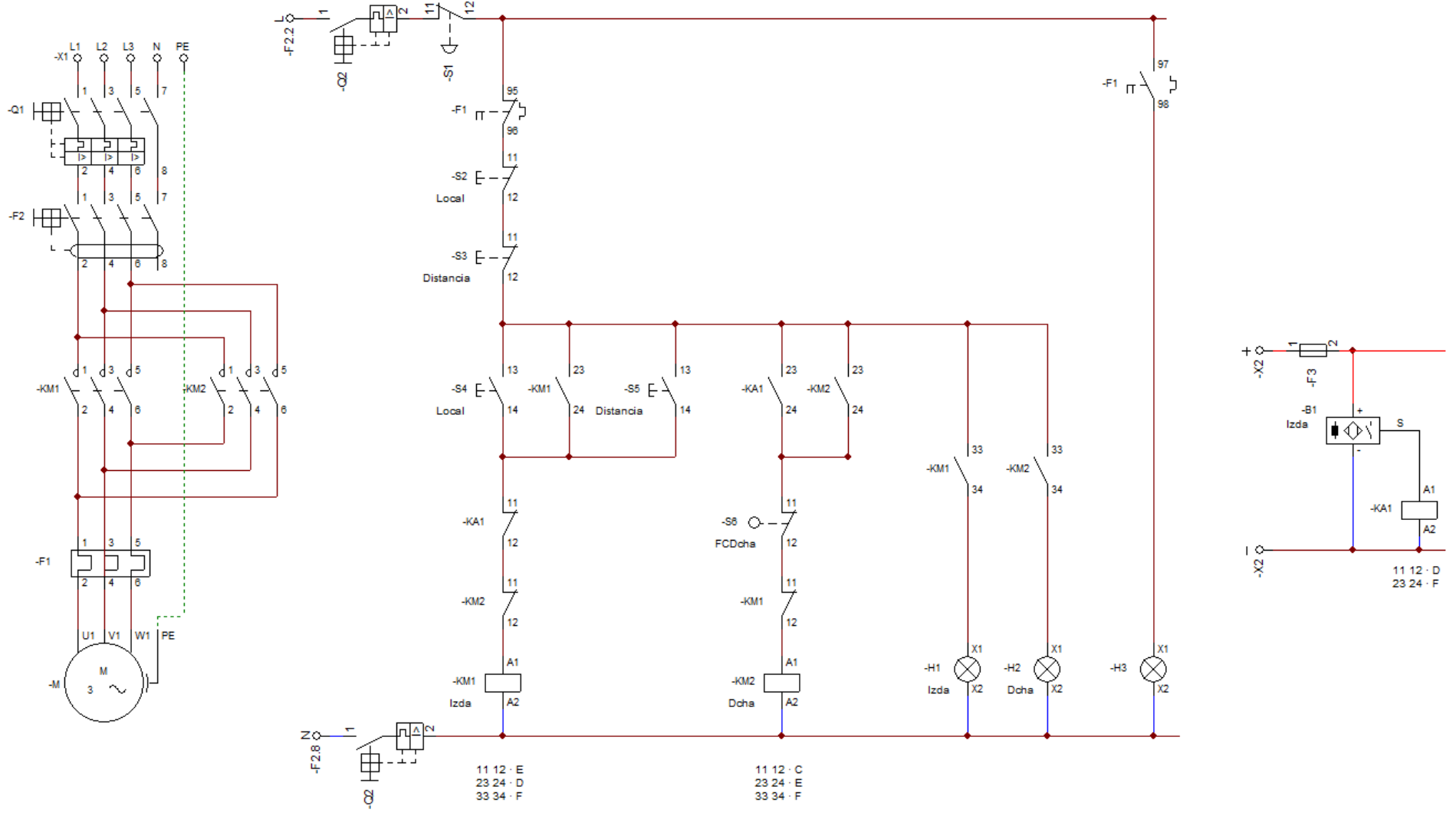
1

2

3

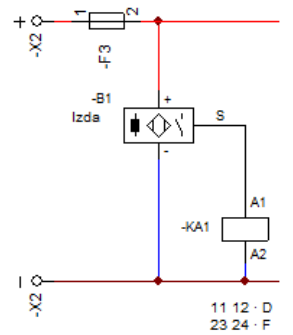
4

5



11 12 · E
23 24 · D
33 34 · F

11 12 · C
23 24 · E
33 34 · F



11 12 · D
23 24 · F

Relé térmico F1

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_u}{\sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi} \quad I_N = \frac{P_u}{\eta \sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \frac{1500}{0,92 \sqrt{3} 380,8} = 3,1 \text{ A}$$

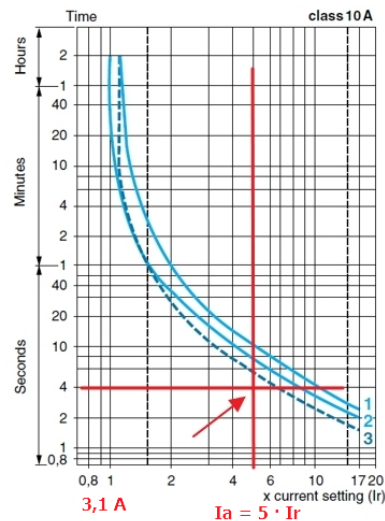
La corriente que pasa por el térmico es $I_N = 3,1 \text{ A}$

Teniendo en cuenta esta corriente, elegiremos el **LRD-08** clase **10A**, también valdría la **clase 20**

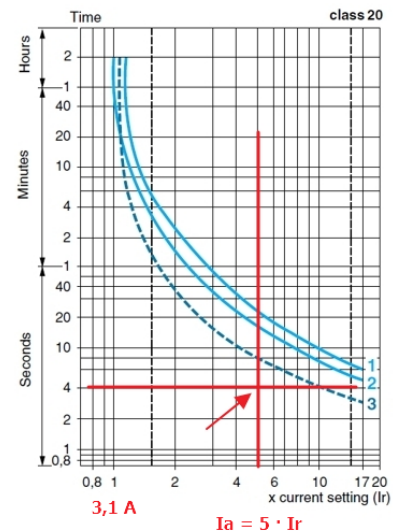
Ajustaremos la corriente regulada a **3,1 A**

$I_{\text{arranque}} = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 3,1 = 15,5 \text{ A}$ tiempo 4 segundos

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando los 3,1 A. Aguas arriba por el automático estarán pasando los 3,1 A.

Para que haya selectividad, la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 3,1 = 4,96 \text{ A}$

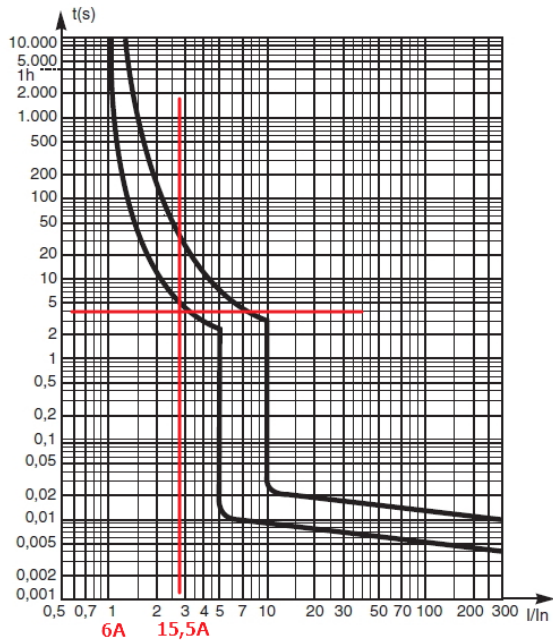
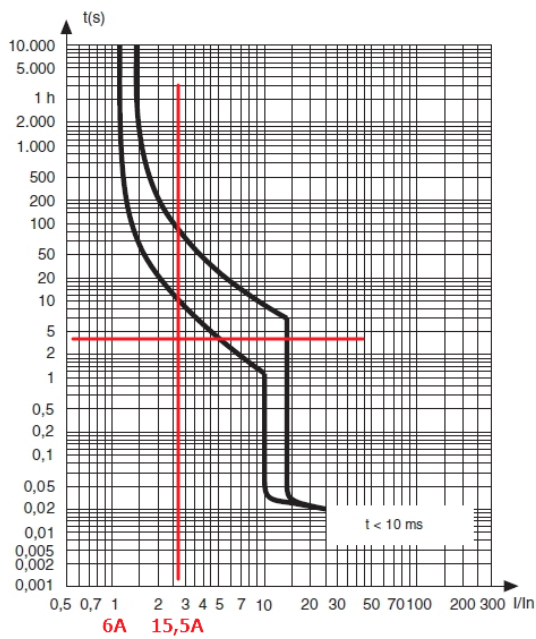
Por tanto el calibre del automático elegido será el de **6A** (valor normalizado por encima de 4,96 A).

Tensión nominal: 380 V

3 polos.

$I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = 15,5 / 6 = 2,6$ tiempo **4 segundos**

La curva puede ser la C o la D. Por tanto, podríamos elegir el **C6** o el **D6**



Diferencial F2

Los calibres de los Interruptores diferenciales con 30 mA de sensibilidad son 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 A.

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **10A**

Contactores KM1 y KM2

Clase de servicio **temporal**

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción con inversión de movimiento

Tensión de servicio: **380 V**

Corriente de servicio: $I_N = 3,1 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-K06**.

Tamaño de los contactores			LC1-LP1-K06	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D40	LC1-LP1-D50	LC1-LP1-D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q2

Teniendo en cuenta que el consumo de los contactores es de **70 VA | 7 VA**, y que las lámparas tienen un consumo de **15 W**.

Debemos determinar la corriente mas desfavorable. Veremos el consumo de los diferentes elementos:

contactores: corriente de llamada $\frac{70 VA}{220 V} = 320 mA$

corriente permanente $\frac{7 VA}{220 V} = 32 mA$

lámparas corriente $\frac{15 W}{220 V} = 68 mA$

La corriente más alta **permanente** es cuando tenemos simultáneamente activos el contactor y una lámpara

$$I = 0,032 + 0,068 = \mathbf{0,1 A}$$

Como **arranca** como máximo a la vez 1 contactor, tendremos en cuenta su corriente en la llamada. La lámpara se conectará una vez cerrados los contactos al cabo de unos 20 ms cuando ya esta cerrado el contactor.

Corriente de llamada $I_a = \frac{70 VA}{220 V} = 320 mA$

La más desfavorable es la de llamada del contactor de **0,32 A**, por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

Selección de F3

Para el fusible del circuito de continua se tendrá en cuenta:

La corriente que consume el relé de continua es de $24V / 650\Omega = \mathbf{37 mA}$. Vemos que el detector inductivo la puede suministrar sin problema.

El fusible deberá dejar pasar la corriente que consume el detector en su funcionamiento más la que da a la carga.

Esto será del orden de $37 + 10 = 47 mA$ máximo. Podemos poner un fusible de **0,250 A**

Detector inductivo PNP - XS630B1PBL10 ~76 euros

Sn 15 mm

[Us] rated supply voltage 12...48 V DC with reverse polarity protection

switching capacity in mA $\leq 200 mA$ DC with overload and short-circuit protection

supply voltage limits 10...58 V DC

switching frequency $\leq 500 Hz$

maximum voltage drop $< 2 V$ (closed)

current consumption $\leq 10 mA$ no-load

maximum delay first up 10 ms

maximum delay response 0.6 ms

maximum delay recovery 1.4 ms

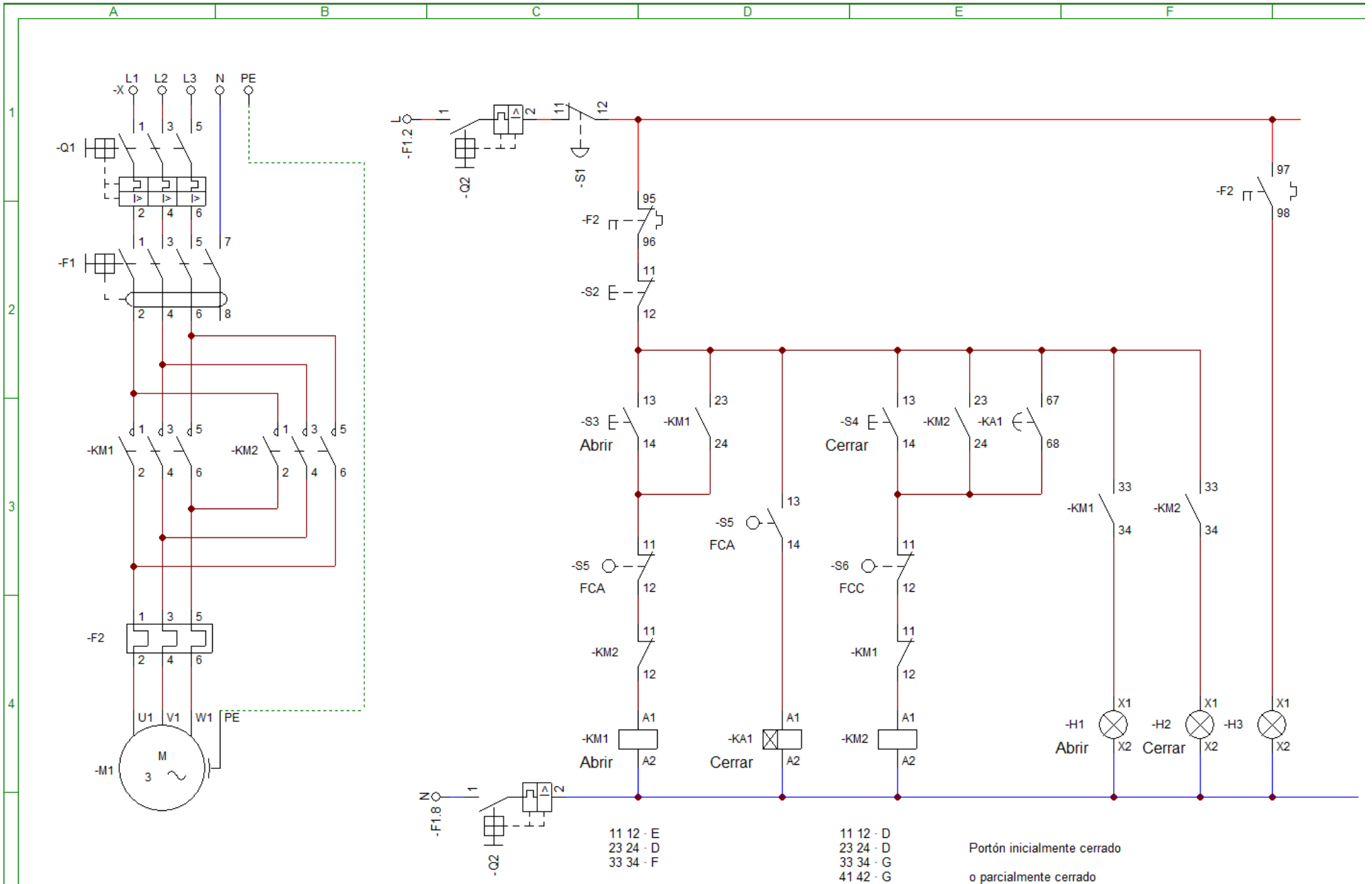
P03. Portón A D Inv Pm 4 KW 400 V

Mediante un pulsador de arranque **S3** (Marcha), se desea conectar un motor para elevar un **portón** de forma manual. El cierre del portón se hará de forma manual con un pulsador **S4** (Cierre) y de forma automática al cabo de 90s de estar abierto el portón (para que no quede abierto). El portón tendrá un final de carrera para indicar que el portón está abierto (FCA), y un final de carrera (FCC) para indicar que el portón está cerrado y permitir la parada del motor en ambos casos. Se dispondrá de un pulsador **S2** que permitirá parar el portón en cualquier momento. El motor deberá estar protegido contra sobrecargas y cortocircuitos.

Si el motor tiene unas características de: $U_N = 400\text{ V}$ $P_M = 4\text{ KW}$ $\cos \phi = 0,8$ y $\eta = 0,92$. Corriente de arranque **7** veces la nominal. Tiempo de arranque **4 segundos**.

El relé temporizador consume **3 VA** | **15 VA** a 230 VAC

- Se pide:
1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
 2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
 3. Elegir los elementos del circuito de mando.
 4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Relé térmico F1

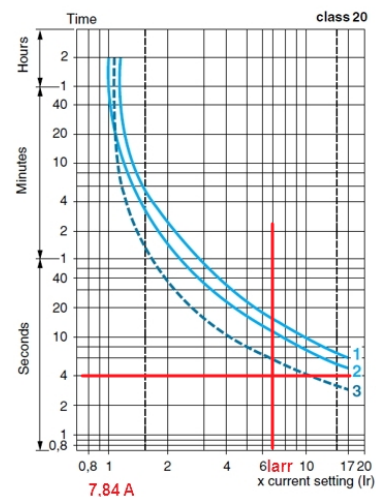
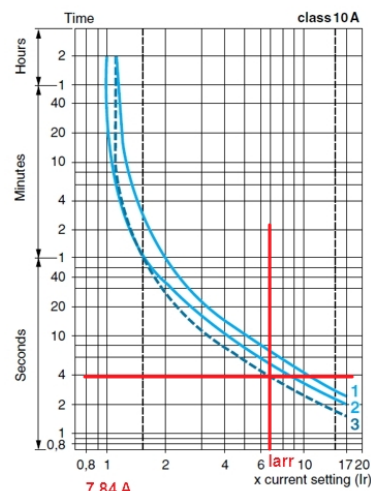
Como el motor tiene unas características de: $U_N = 400 \text{ V}$ $P_M = 4 \text{ kW}$ $\cos \phi = 0,8$ $\eta = 0,92$ Corriente de arranque **7 veces** la nominal. Tiempo de arranque **4 segundos**.

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_u}{\sqrt{3} U_N I_N \cos \phi} \quad I_N = \frac{P_u}{\eta \sqrt{3} U_N \cos \phi} = \frac{4000}{0,92 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 7,84 \text{ A}$$

Ajustaremos la corriente regulada a $I_R = 7,84 \text{ A}$ Teniendo en cuenta esta corriente, podríamos elegir el LRD 12 o el LRD 14, elegiremos el **LRD-14**

Como $I_{\text{arranque}} = 7 \cdot I_N = 7 \cdot 7,84 = 54,88 \text{ A}$ con un tiempo de 4 segundos, se observa que no puede pasar por el térmico de la clase 10A, se mete dentro de la zona prohibida. Escogeremos el **LRD -14 clase 20**

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).

Automático Q1

Cuando el motor esté trabajando con la corriente nominal, por el térmico estarán pasando los 7,84 A. Aguas arriba por el automático estarán pasando los 7,84 A.

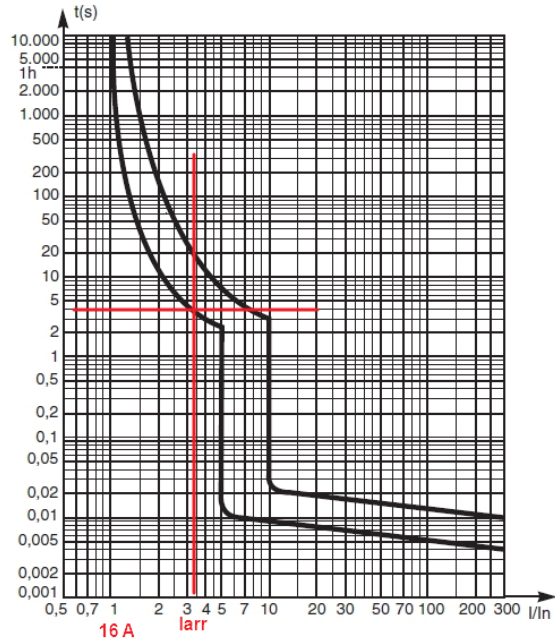
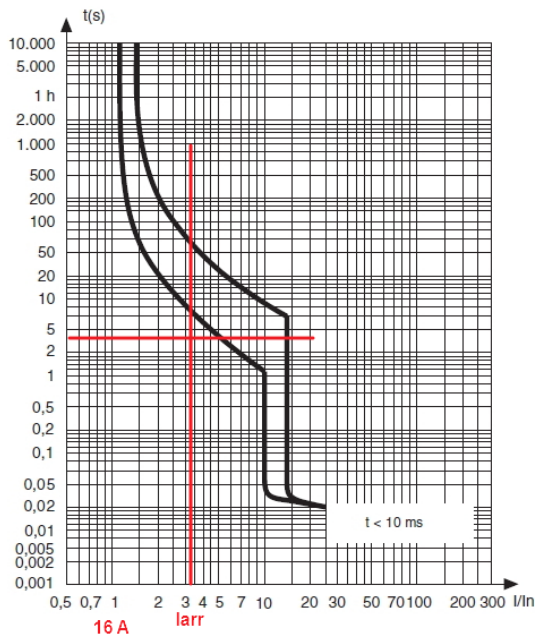
Para que haya selectividad, la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 7,84 = 12,54 \text{ A}$

Siendo los valores normalizados de los IAs **1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A**.

El calibre del automático elegido será el de **16 A** (valor normalizado por encima de 12,54 A).

Tensión nominal **400 V 3 polos**. $I_{\text{arranque}} = 7 \cdot I_N = 7 \cdot 7,84 = 54,88 \text{ A}$ tiempo **4 s**

$I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = 54,88 / 16 = 3,4$ La curva deberá ser la **D16**



Diferencial F2

Los calibres de los Interruptores diferenciales con 30 mA de sensibilidad son 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 A.

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **25A**

Contactores KM1 y KM2

Clase de servicio de **8 horas**.

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción con inversión de movimiento

Tensión de servicio: 400 V Corriente de servicio: $I_N = 7,84 A$

Tamaño de los contactores			LC1-LP1-K06	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D40	LC1-LP1-D50	LC1-LP1-D65
	Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Del

catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D09**.

Selección de Q2

Teniendo en cuenta que el consumo de los contactores es de **70 VA | 7 VA**, que las lámparas tienen un consumo de **15 W** y que el relé temporizador consume **3 VA | 15 VA** a 230 VAC

Debemos determinar la corriente más desfavorable. Veremos el consumo de los diferentes elementos:

contactores: corriente de llamada $\frac{70 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 304 \text{ mA}$

corriente permanente $\frac{7 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 30 \text{ mA}$

lámparas corriente $\frac{15 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 65 \text{ mA}$

relé temporizador corriente de llamada $\frac{15 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 65 \text{ mA}$

corriente permanente $\frac{3 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 13 \text{ mA}$

La corriente más alta **permanente** es cuando tenemos simultáneamente activos un contactor y una lámpara

$$I = 0,03 + 0,065 = \mathbf{0,095 \text{ A}}$$

Como **arranca** como máximo a la vez 1 contactor, tendremos en cuenta su corriente en la llamada. La lámpara se conectará una vez cerrados los contactos al cabo de unos 20 ms cuando ya está cerrado el contactor.

Corriente de llamada $I_a = \frac{70 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 304 \text{ mA}$

La más desfavorable es la de llamada del contactor de **0,304 A**, por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

P09. Instalación de aire comprimido A ET Pe 10 KW 380 V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de una **instalación de aire comprimido**.

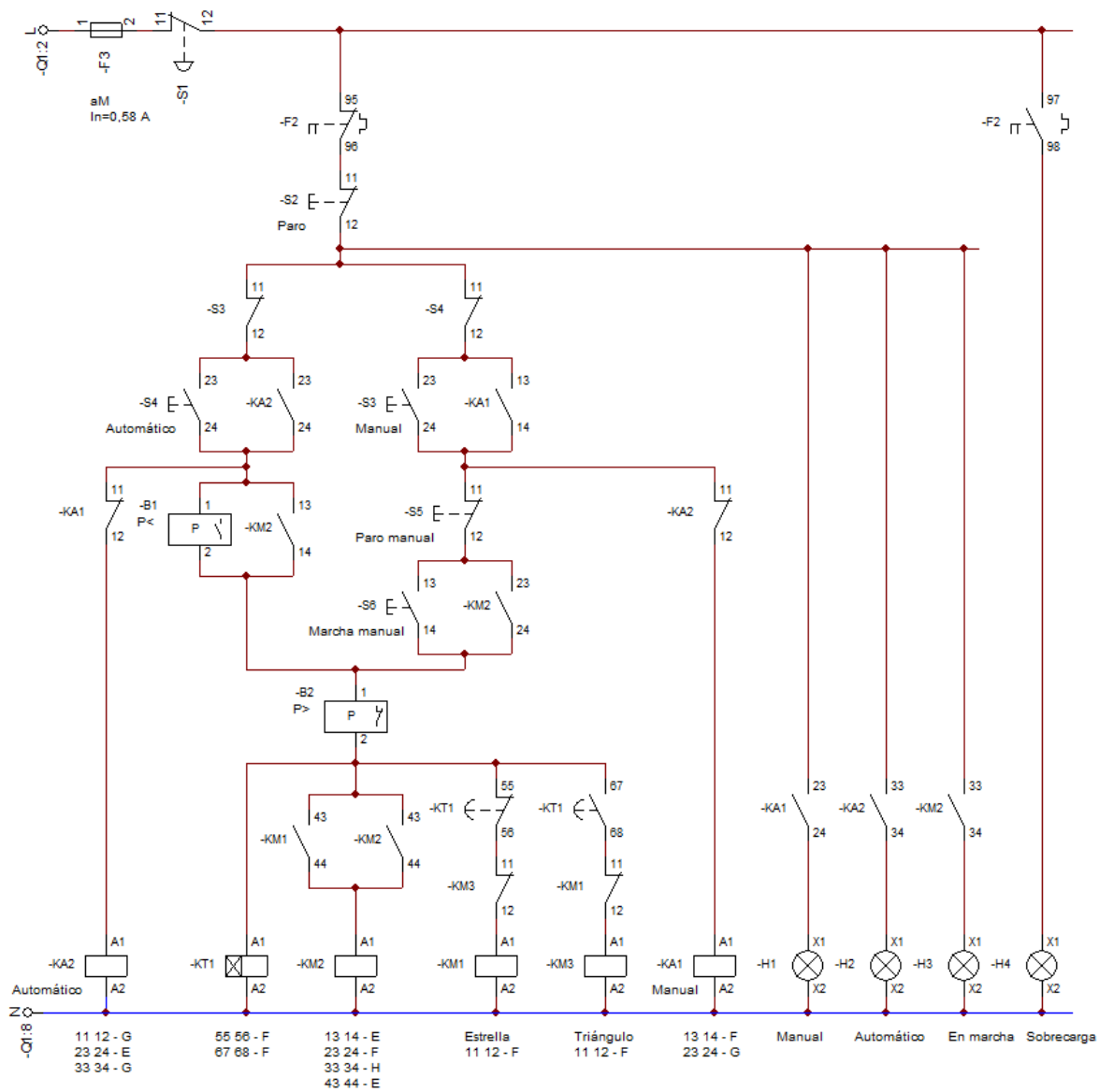
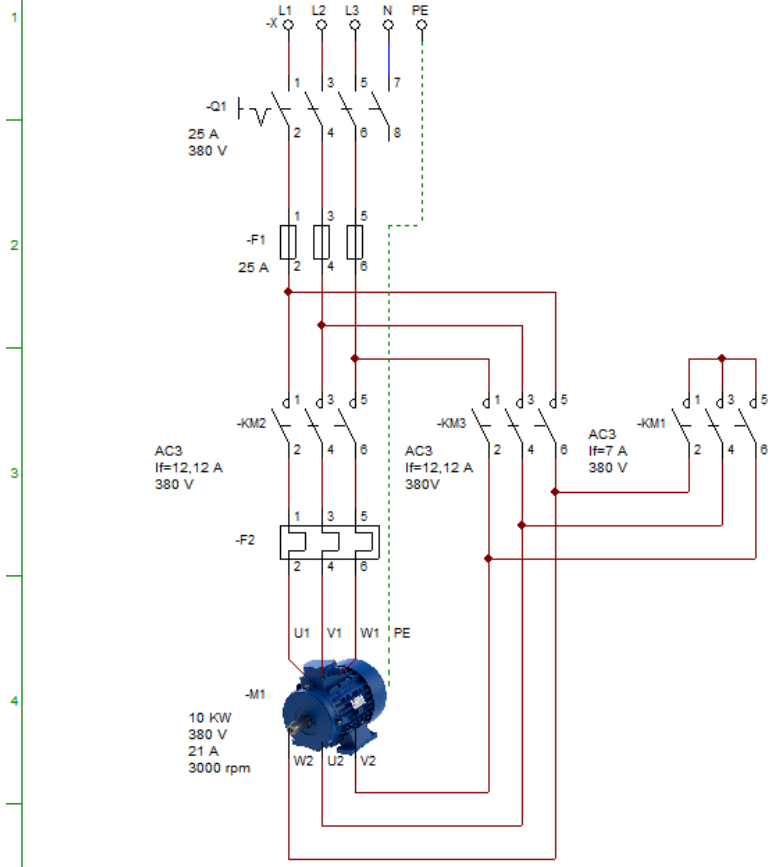
El sistema está constituido por un compresor accionado por un motor de inducción trifásico, cuyas características nominales son $P_e = 10 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 21 \text{ A}$ y 3000 rpm en conexión triángulo. Va a trabajar en servicio permanente y se arrancará mediante la conexión estrella-triángulo (Intensidad de arranque 6 veces la nominal, tiempo de arranque **5s**). El sistema dispone de dos presostatos, ajustados a un nivel de presión alta (B2) y baja (B1) respectivamente. Se dispone de una seta de emergencia, un pulsador de marcha, otro de paro y tres pulsadores para seleccionar cualquiera de las siguientes funciones:

1. Instalación desconectada.
2. Servicio manual: el arranque del compresor se realiza a través del pulsador de marcha y el paro, bien por presión excesiva del circuito de aire, mediante indicación del presostato de alta o por accionamiento del pulsador de paro.
3. Servicio automático: En esta función, los pulsadores de marcha y paro quedan inhabilitados. El compresor se conecta por presión insuficiente en el circuito de aire mediante indicación del presostato de baja. La desconexión se efectúa por presión excesiva en el circuito de aire, mediante indicación del presostato de alta.

El consumo de lámparas piloto es de 15 W.

Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Automático	11 12 - G 23 24 - E 33 34 - G	-KT1	55 56 - F 67 68 - F	-KM2	13 14 - E 23 24 - F 33 34 - H 43 44 - E	Estrella	11 12 - F	Triángulo	11 12 - F	-KA1	13 14 - F 23 24 - G	Manual	-H1 X1 X2	Automático	-H2 X1 X2	En marcha	-H3 X1 X2	Sobrecarga	-H4 X1 X2
------------	-------------------------------------	------	------------------------	------	--------------------------------------------------	----------	-----------	-----------	-----------	------	------------------------	--------	-----------------	------------	-----------------	-----------	-----------------	------------	-----------------

Relé térmico F2

Las corrientes de fase, que pasan por el térmico, cuando trabajamos en estrella y en triángulo son

$$I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{21}{\sqrt{3}} \approx 12,12 \text{ A}$$

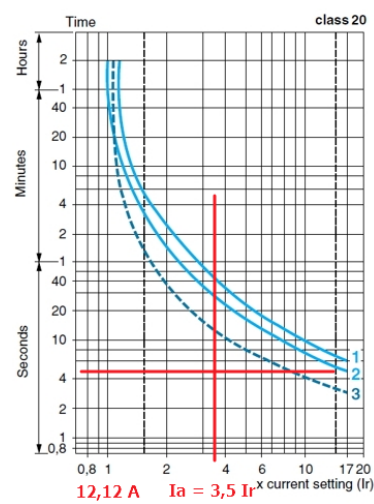
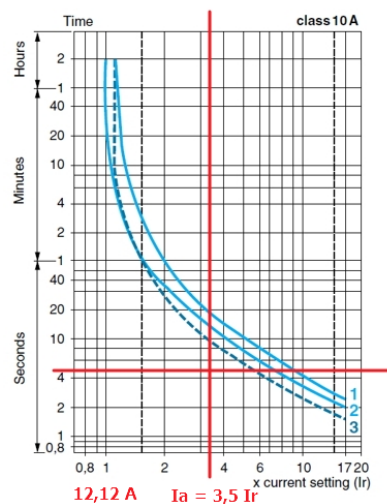
$$I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ A}$$

Teniendo en cuenta la corriente que pasa en triángulo, que es la máxima, elegiremos el **LRD-21** clase 10A
Ajustaremos la corriente regulada a 12,12 A

$$I_{arranque} = 6 \cdot I_{FE} = 6 \cdot 7 = 42 \text{ A} \quad \text{tiempo } 5 \text{ segundos}$$

$$\text{se observa que puede pasar por el térmico sin problemas} \quad \frac{I_{arranque}}{I_{calibre}} = \frac{42 \text{ A}}{12,12 \text{ A}} = 3,5$$

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).

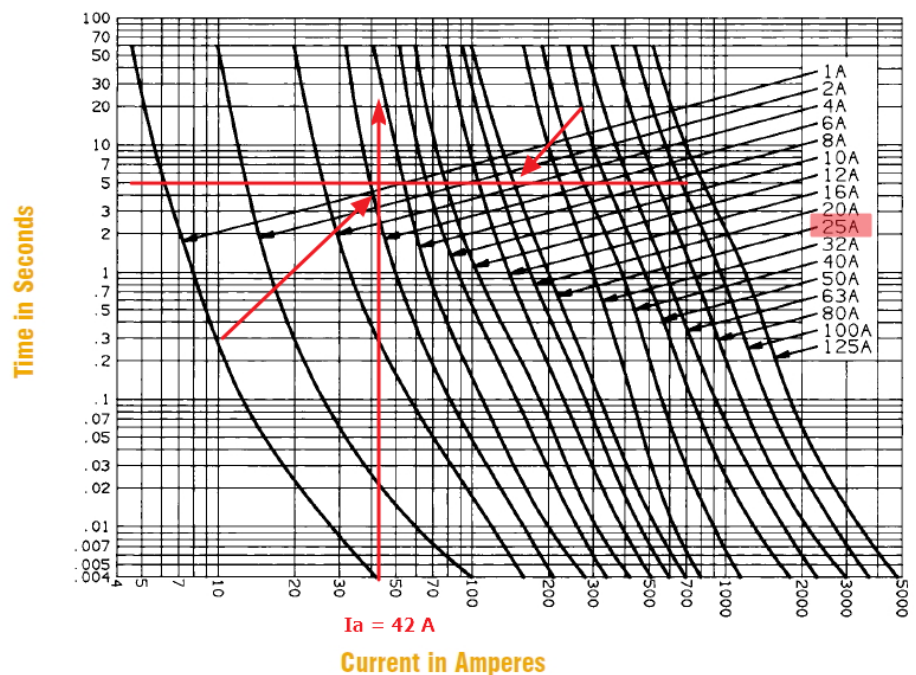
Fusibles F1

Calibre de los fusibles 25 A (valor normalizado por encima de 21 A).

Tipo de fusibles **aM**.

$$I_{arranque} = 6 \cdot I_{FE} = 6 \cdot 7 = 42 \text{ A}$$

tiempo 5 segundos



Contadores KM2 y KM3

Clase de servicio permanente. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: AC3. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{21}{\sqrt{3}} \approx 12,12 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D18**.

Contactor KM1

Clase de servicio temporal. El contactor está conectado un breve espacio de tiempo, mientras dura la maniobra de arranque, y luego vuelve a situación de reposo. Para un tiempo de unos 5 segundos, el contactor no llegaría al equilibrio térmico, pero durante el reposo, más de ocho horas, llegaría a la temperatura ambiente.

Categoría de servicio: AC3.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{21}{3} = 7 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D09**.

Tamaño de los contactores			LC1- LP1- K06	LC1- LP1- D09	LC1- LP1- D12	LC1- LP1- D18	LC1- LP1- D25	LC1- LP1- D32	LC1- LP1- D40	LC1- LP1- D50	LC1- LP1- D65	
	Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
	Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	

Interruptor-Sectionador Q1

Calibre del interruptor **25 A** (valor normalizado por encima de 21 A).

Tensión nominal: **380 V**

3 polos

El interruptor no será activado cuando se produzca alguna situación de cortocircuito por lo que no será relevante su poder de corte.

Aseguraremos que la intensidad de corta duración soportada sea superior a la de apertura del relé térmico.

Selección de F3

Debemos determinar la corriente mas desfavorable. Veremos el consumo de los diferentes elementos:

KMs y KAs corriente de llamada $\frac{70 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 318 \text{ mA}$

	corriente permanente	$\frac{7 VA}{220 V} = 32 mA$
lámparas	corriente	$\frac{15 W}{220 V} = 68 mA$
temporizador	corriente	$\frac{3 VA}{220 V} = 13 mA$

La corriente más alta **permanente** es cuando tenemos simultáneamente activos KA2, KT1, KM2, KM1, H2 y H3

$$I = 3 \cdot 32 mA + 13 mA + 2 \cdot 68 mA = \mathbf{245 mA}$$

En el **arranque de contactores**, lo más desfavorable es cuando arrancan a la vez KT1 y KM1 estando arancados KA2 y H2.

$$I = 32 mA + 68 mA + 13 mA + 318 mA = \mathbf{431 mA}$$

La más desfavorable es de **431 mA**, por tanto elegiremos el fusible de calibre **1 A** que permitirá su paso sin problemas.

P10. Sistema de refrigeración automática. A D Pm 1,5 KW 380V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de un **sistema de refrigeración automática**. El sistema está constituido por un **compresor** y un **ventilador** accionado por dos motores de inducción trifásicos.

El motor que acciona el compresor es de $P_m = 1,5 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $\cos \phi = 0,8$ y $\eta = 0,92$ en conexión triángulo. Va a trabajar en servicio permanente. $I_a = 6 I_n$ ($t_{arr} = 5s$).

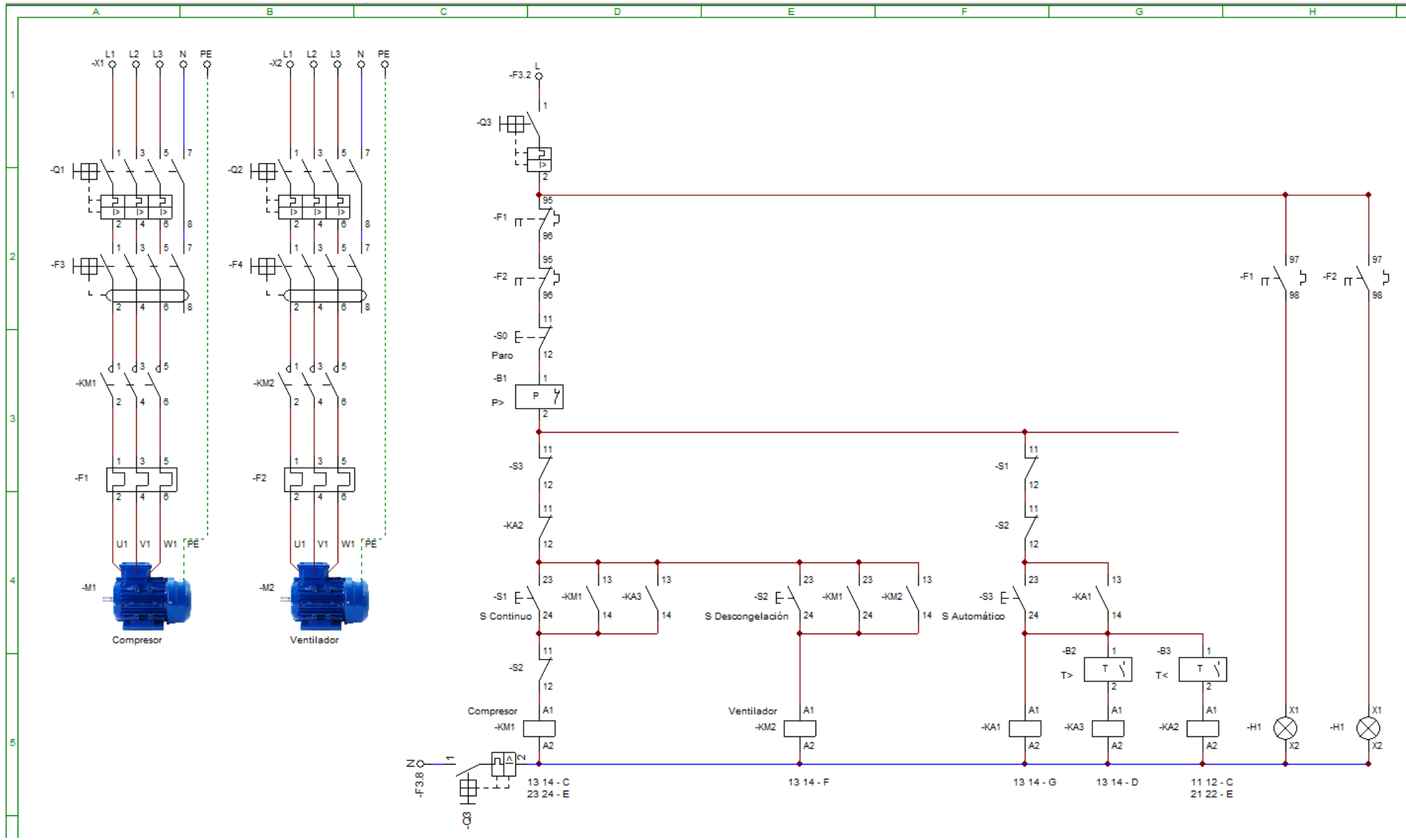
El motor que mueve el ventilador es de $P_e = 1,1 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 2,5 \text{ A}$, 3000 rpm en conexión triángulo y también va a trabajar en servicio permanente. $I_a = 6 I_n$ ($t_{arr} = 4s$).

El sistema dispone de un termostato ajustable y de un presostato cuya función es desconectar el sistema de refrigeración cuando la presión en el circuito del compresor sobrepase un cierto límite. Mediante 4 pulsadores deberemos poder seleccionar cualquiera de las siguientes funciones:

1. Instalación desconectada.
2. **Servicio continuo**: el sistema de refrigeración funciona durante tiempo indefinido (compresor y ventilador), independientemente de la temperatura ambiente. Solamente actúa el presostato en caso necesario.
3. **Servicio de descongelación**: se conecta únicamente el ventilador lo que permite que se descongele el radiador.
4. **Servicio automático**: el presostato desconecta el sistema en caso de sobrepresión en el circuito compresor. El sistema de refrigeración se conectará y desconectará cuando el termostato nos indique que ha aumentado o disminuido la temperatura de la cámara sobre la de ajuste.

Se pide: 1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..

2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Relé térmico F1

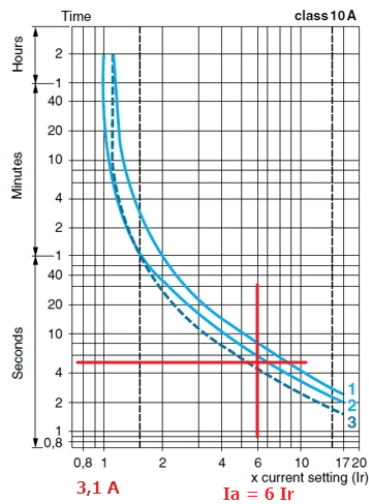
La corriente que pasan por el térmico es la nominal

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_u}{\sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi} \quad I_N = \frac{P_u}{\eta \sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \frac{1500}{0,92 \sqrt{3} 380 0,8} = 3,1 \text{ A}$$

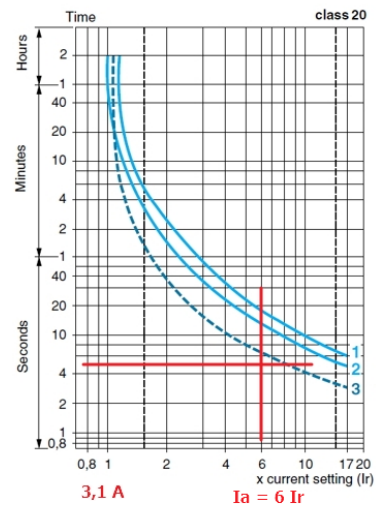
$I_{\text{arranque}} = 6 \cdot I_N = 6 \cdot 3,1 = 18,6 \text{ A}$ tiempo 5 segundos

Teniendo en cuenta la corriente de arranque, elegiremos el **LRD-08** clase 20

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363

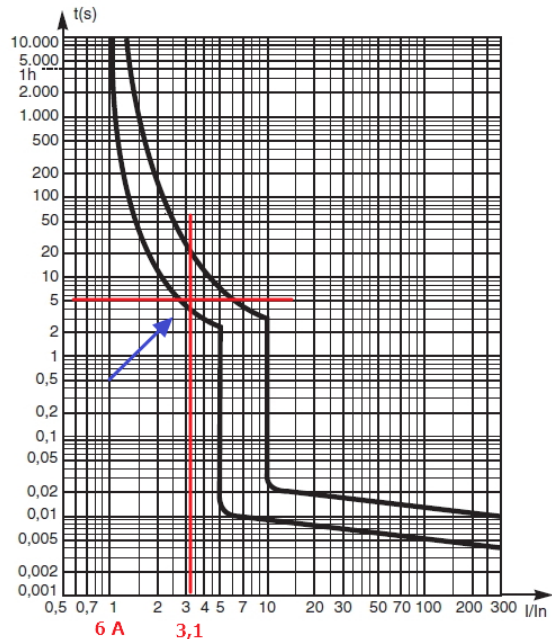
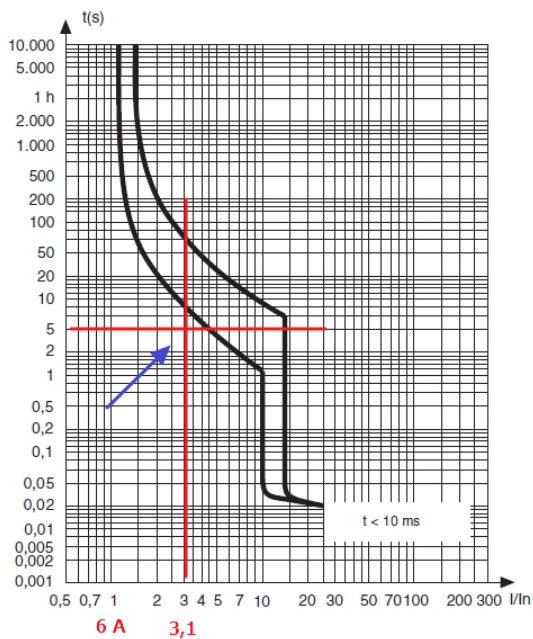


- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando **3,1 A**.



Aguas arriba por el automático estarán pasando los **3,1 A**.

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 3,1 = 4,96 \text{ A}$

Por tanto el calibre del automático elegido será el de **6A** (valor normalizado por encima de 4,96 A).

Tensión nominal: 380 V

3 polos.

En el arranque por el automático estará pasando una corriente $I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = I_a / I_c = 18,6 / 6 = \mathbf{3,1}$

La curva deberá ser la **D60N 6A**.

Diferencial F3

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección.

$6 \times 1,4 = 8,4 \text{ A}$ Por tanto, elegiremos el de **30 mA y 10A**

Contactor KM1

Clase de servicio temporal.

Categoría de servicio: **AC3**.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_N = 3,1 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-K06**

Tamaño de los contactores	Calibre									
	LC1-LP1-K06	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D40	LC1-LP1-D50	LC1-LP1-D65	
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q3

Debemos determinar la corriente más desfavorable.

En servicio Automático, estando activos 2 relés auxiliares y 1 contactor arranca 1 contactor.

Corriente de llamada del KM y KA $I_a = 70 / 220 = \mathbf{0,32 \text{ A}}$

Corriente de mantenimiento del KM y KA $I_m = 7 / 220 = \mathbf{0,032 \text{ A}}$

$I = 2 \cdot 0,032 + 1 \cdot 0,032 + 1 \cdot 0,32 = 0,416 \text{ A}$

Por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

Arranque del ventilador

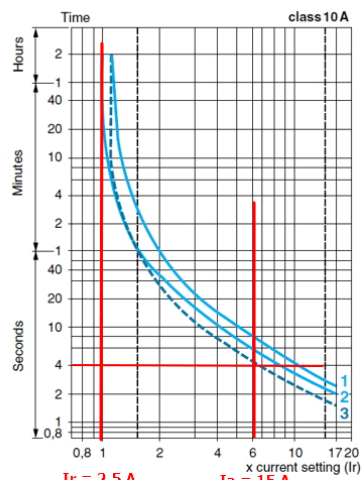
Relé térmico F2

La corriente que pasa por el térmico es la nominal $I_n = 2,5 \text{ A}$. Por tanto elegiremos el térmico **LRD-08**.

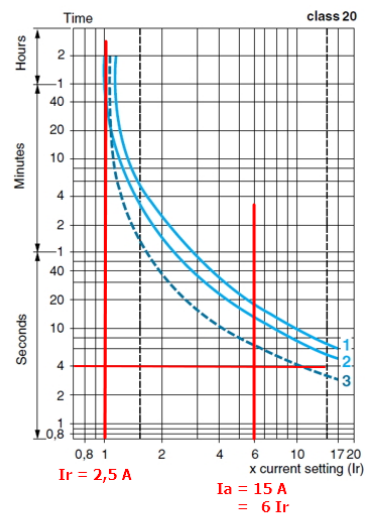
$I_{arranque} = 6 \cdot I_n = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ A}$ tiempo **5 segundos**

$I / I_r = 15 / 2,5 = 6$ se observa que sólo deberíamos utilizar el térmico de **clase 20**.

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q2

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 2,5 = 4 \text{ A}$

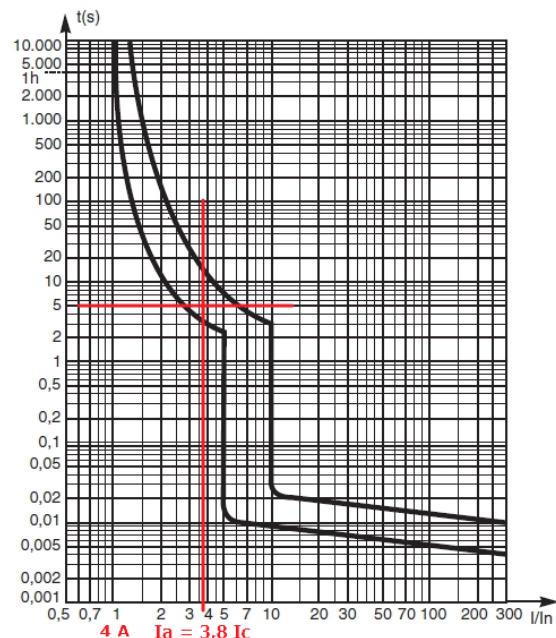
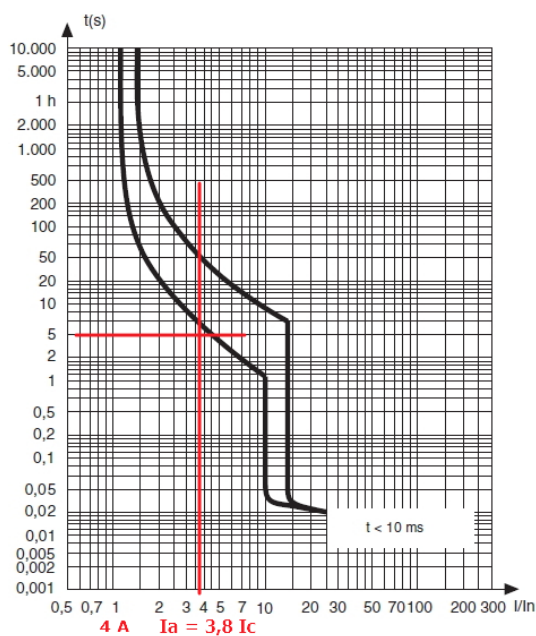
Por tanto el calibre del automático elegido será el de **4A**, pero habría que comprobar que sirve

Tensión nominal: **380 V 3 polos**

En el arranque pasará una intensidad de $I_a = 6 \cdot I_n = 6 \cdot 2,5 = 15$

En el arranque por el automático estará pasando una corriente $I_a / I_c = 15 / 4 = 3,8$

Al ver la gráfica se observa que interrumpe el arranque en la curva C, deberíamos coger el **D60N 4A**.



Diferencial F4

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección.

$4 \times 1,4 = 5,6 \text{ A}$ Elegiremos el de **30 mA** y **6A**

Contactador KM2

Clase de servicio permanente. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 380 V Corriente de servicio: $I_N = 2,5 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-K06**.

Tamaño de los contactores			LC1- LP1- K06	LC1- LP1- D09	LC1- LP1- D12	LC1- LP1- D18	LC1- LP1- D25	LC1- LP1- D32	LC1- LP1- D40	LC1- LP1- D50	LC1- LP1- D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

P11. Sistema de refrigeración automática A ET Pe 15 KW 380V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de un **sistema de refrigeración automática**. El sistema está constituido por un **compresor** y un **ventilador** accionado por dos motores de inducción trifásicos.

El motor que acciona el compresor es de $P_e = 15 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 30 \text{ A}$, 3000 rpm en arranque estrella-triángulo, y va a trabajar en servicio permanente. $I_a = 6 I_n$

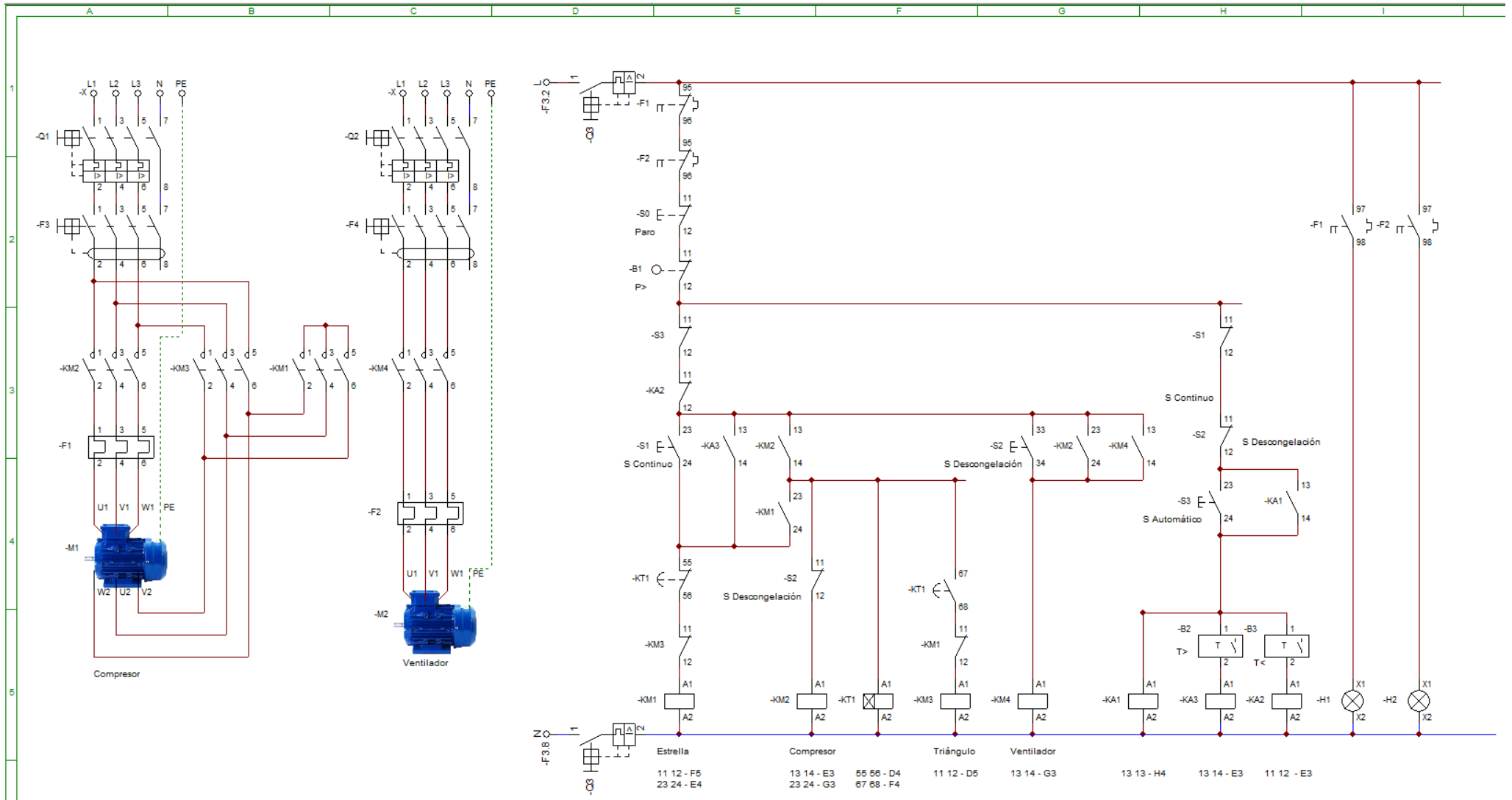
El motor que mueve el ventilador es de $P_e = 1,1 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 2,5 \text{ A}$, 3000 rpm y también va a trabajar en servicio permanente. $I_a = 6 I_n$

El motor del compresor se arrancará mediante un arranque estrella-triángulo ($t_{arr} = 5s$), y el del ventilador con arranque directo ($t_{arr} = 4s$).

El sistema dispone de un termostato ajustable y de un presostato cuya función es desconectar el sistema de refrigeración cuando la presión en el circuito del compresor sobrepase un cierto límite. Mediante 4 pulsadores deberemos poder seleccionar cualquiera de las siguientes funciones:

1. Instalación desconectada.
2. **Servicio continuo**: el sistema de refrigeración funciona durante tiempo indefinido (compresor y ventilador), independientemente de la temperatura ambiente. Solamente actúa el presostato en caso necesario.
3. **Servicio de descongelación**: se conecta únicamente el ventilador lo que permite que se descongele el radiador.
4. **Servicio automático**: el presostato desconecta el sistema en caso de sobrepresión en el circuito compresor. El sistema de refrigeración se conectará y desconectará cuando el termostato nos indique que ha aumentado o disminuido la temperatura de la cámara sobre la de ajuste.

- Se pide:
1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
 2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
 3. Elegir los elementos del circuito de mando.
 4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Relé térmico F1

Las corrientes de fase, que pasan por el térmico, cuando trabajamos en estrella y en triángulo son

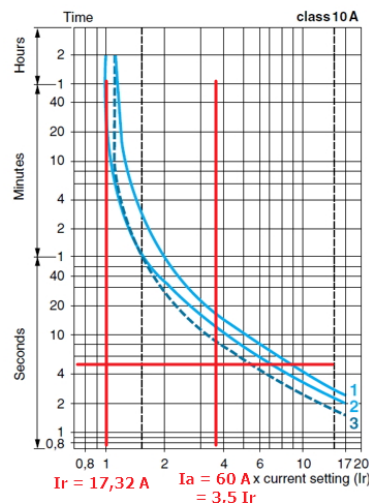
$$I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{30}{\sqrt{3}} \approx 17,32 \text{ A} \qquad I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{30}{3} = 10 \text{ A}$$

Teniendo en cuenta la corriente que pasa en triángulo, que es la máxima, elegiremos el **LRD-22** clase 10A
Ajustaremos la corriente regulada a 17,32 A

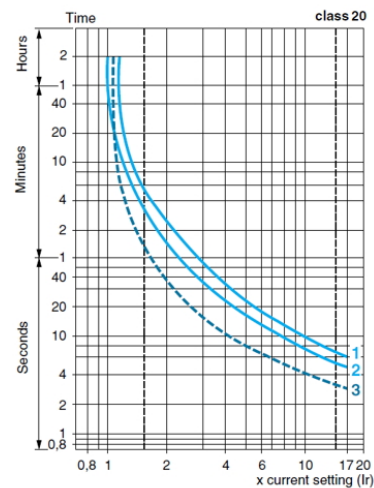
$$I_{\text{arranque}} = 6 \cdot I_{FE} = 6 \cdot 10 = \mathbf{60 \text{ A}} \quad \text{tiempo } \mathbf{5 \text{ segundos}}$$

se observa que puede pasar por el térmico sin problemas $60 / 17.32 = 3,5$

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando **17,32 A**.

Aguas arriba por el automático estarán pasando los **30 A**.

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ A}$

Por tanto el calibre del automático elegido será el de **50A** (valor normalizado por encima de 48 A).

Tensión nominal: 380 V

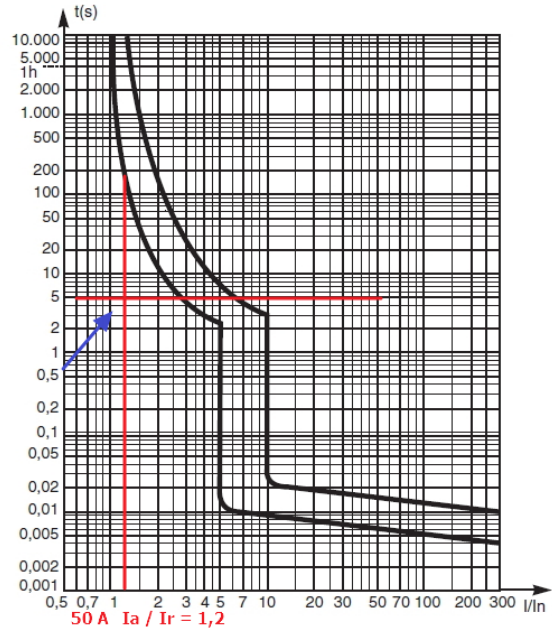
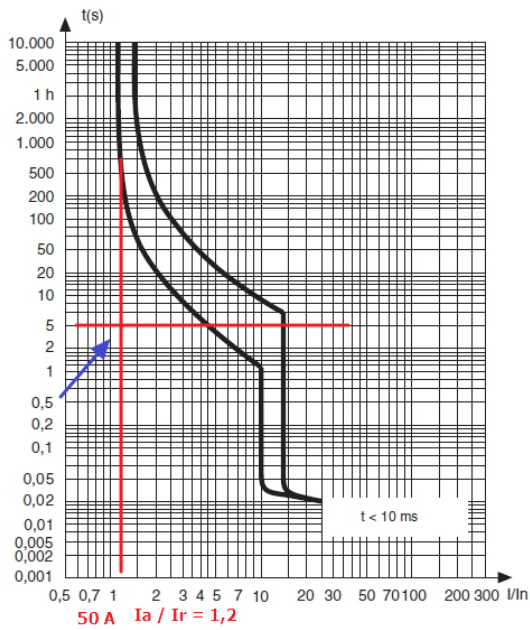
3 polos.

La curva podría ser la **C60N 50A**.

En el arranque por el automático estará pasando una corriente $I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = I_a / I_c = 60/50 = \mathbf{1,2}$

Diferencial F3

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **80A**



Contadores KM2 y KM3

Clase de servicio permanente. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{30}{\sqrt{3}} \approx 17,3 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D18**.

Contactador KM1

Clase de servicio temporal. El contactor está conectado un breve espacio de tiempo, mientras dura la maniobra de arranque, y luego vuelve a situación de reposo. Para un tiempo de unos 5 segundos, el contactor no llegaría al equilibrio térmico, pero durante el reposo, más de ocho horas, llegaría a la temperatura ambiente.

Categoría de servicio: **AC3**.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{30}{3} = 10 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D12**.

Tamaño de los contactores			KM1		KM2 KM3						
	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	
	K06	D09	D12	D18	D25	D32	D40	D50	D65		
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q3

Debemos determinar la corriente más desfavorable.

En servicio Continuo, arranca a la vez 1 contactor y el relé temporizador estando activo otro contactor.

En servicio Automático, estando activo un relé auxiliar y un contactor arrancan, 1 contactor y el relé temporizador.

Corriente de llamada del KM y KA $I_a = 70 / 220 = 0,32 \text{ A}$

Corriente de mantenimiento del KM y KA $I_m = 7 / 220 = 0,032 \text{ A}$

Consumo del relé temporizador $I_m = 3 / 220 = 0,014 \text{ A}$

$I = 2 \cdot 0,032 + 0,32 + 0,014 = 0,398 \text{ A}$

Por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

Arranque del ventilador

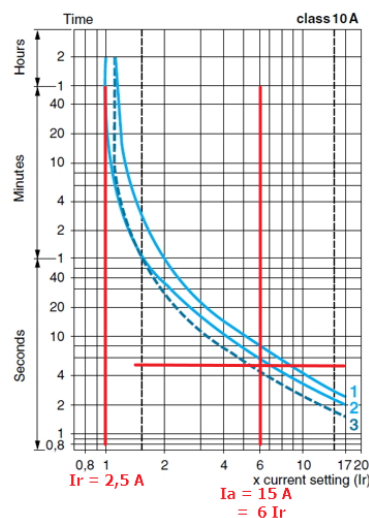
Relé térmico F2

La corriente que pasa por el térmico es la nominal $I_n = 2,5 \text{ A}$. Por tanto elegiremos el térmico **LRD-08**.

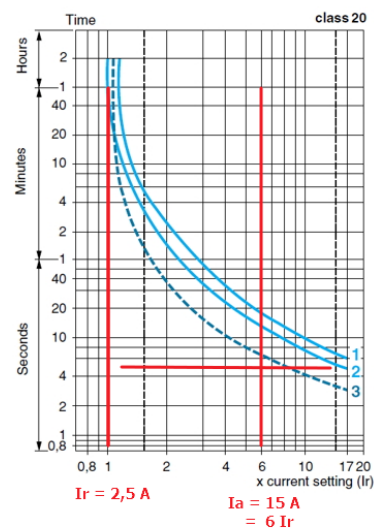
$I_{\text{arranque}} = 6 \cdot I_n = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ A}$ tiempo **5 segundos**

$I / I_r = 15 / 2,5 = 6$ se observa que sólo podemos utilizar el térmico de **clase 20**.

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q2

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 2,5 = 4 \text{ A}$

Por tanto el calibre del automático elegido será el de **4A**, pero habría que comprobar que sirve

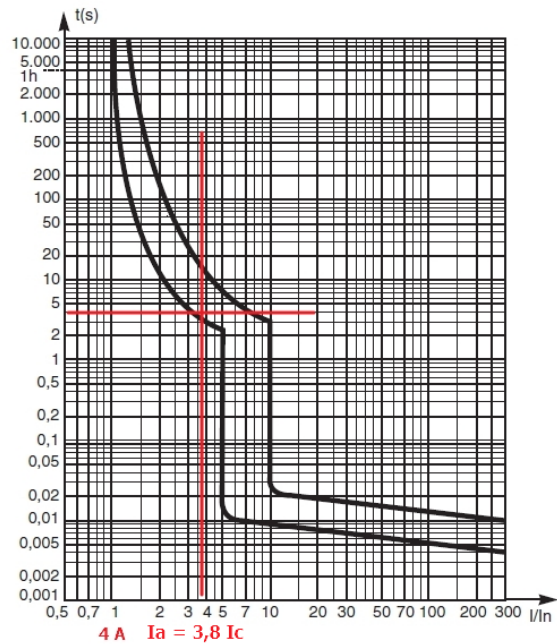
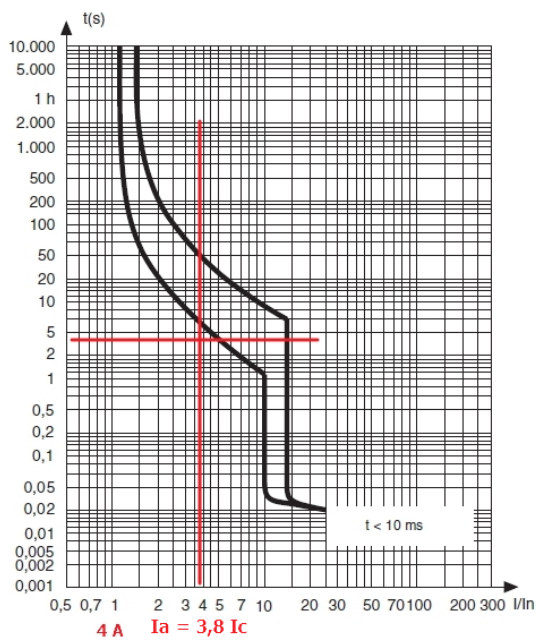
Tensión nominal: **380 V**

3 polos

En el arranque pasará una intensidad de $I_a = 6 \cdot I_n = 6 \cdot 2,5 = 15$

En el arranque por el automático estará pasando una corriente $I_a / I_c = 15 / 4 = 3,8$

Al ver la gráfica se observa que interrumpe el arranque en la curva C, deberíamos coger el **D60N 4A**.



Diferencial F4

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **6A**

Contactor KM4

Clase de servicio permanente. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: **380 V** Corriente de servicio: $I_n = 2,5 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-K06**.

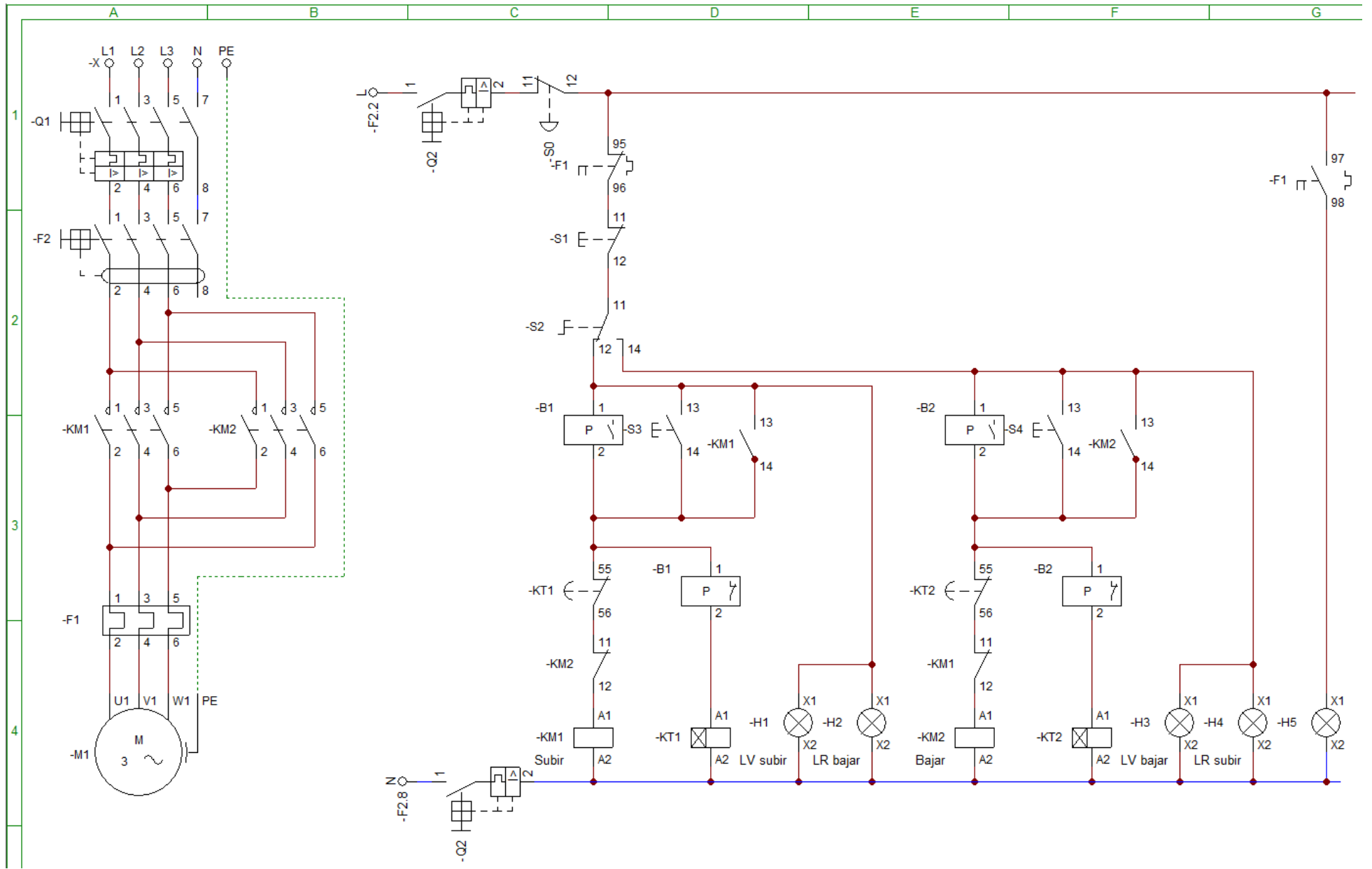
Tamaño de los contactores			LC1- LP1- K06	LC1- LP1- D09	LC1- LP1- D12	LC1- LP1- D18	LC1- LP1- D25	LC1- LP1- D32	LC1- LP1- D40	LC1- LP1- D50	LC1- LP1- D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

P12. Escalera mecánica con conmutador A D Inv Pe 10 KW 380V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de una **escalera mecánica**. Esta es accionada por un motor de inducción trifásico de $P_e = 10 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 23,5 \text{ A}$, 750 rpm , y va a trabajar en servicio intermitente (un ciclo de subida o bajada dura un mínimo de 25s). **Un conmutador** nos permite conectar un sentido de giro (subida) u otro (bajada). La escalera dispone de dos detectores de peso y de dos pilotos rojo y verde en cada extremo, que indican al usuario si le está permitido utilizar la escalera en su sentido de avance según la preselección del conmutador de sentido de giro. Cada vez que un usuario entre en la escalera, el detector de peso lo indicará y la escalera deberá comenzar a moverse. Transcurridos 25 segundos desde el arranque, deberá pararse a no ser que haya entrado otro usuario, en cuyo caso, comienza de nuevo el ciclo de tiempo de 25 segundos. Si un usuario entra por el extremo opuesto al del movimiento de la escalera, esta no se moverá. Además disponemos de unos pulsadores de marcha -por impulso- independientes de los detectores de peso de la escalera para poder arrancar el movimiento correspondiente, y de una seta de emergencia que para todo el proceso en caso de accidente.

El consumo de las luces es de 24 W.

- Se pide:
1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
 2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
 3. Elegir los elementos del circuito de mando.
 4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Relé térmico F1

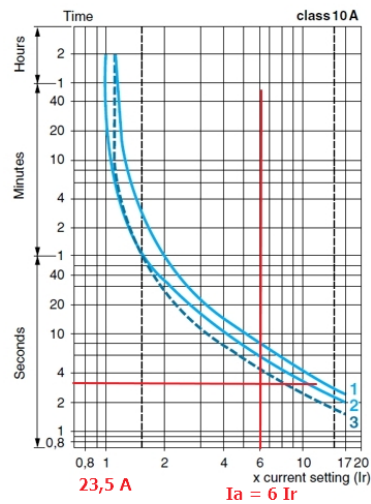
La corriente que pasa por el térmico es $I_N = 23,5 \text{ A}$

$I_{\text{arranque}} = 6 \cdot I_N = 6 \cdot 23,5 = 141 \text{ A}$ tiempo **3 segundos**

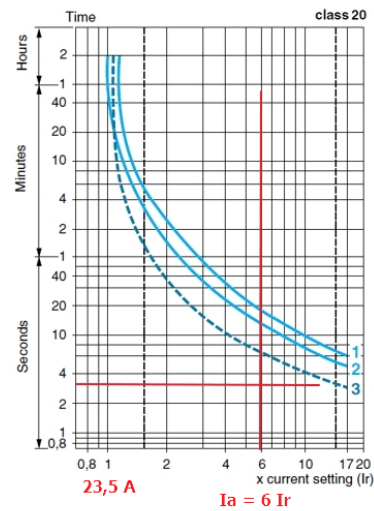
Elegiendo un térmico con una corriente regulada de **23,5 A** veremos si permite pasar la corriente de Arranque 3 segundos.

Vemos que nos puede servir el **LRD-22** o el **LRD-32** tanto de clase **10A** como de clase **20**

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando los 23,5 A. Aguas arriba por el automático estarán pasando los 23,5 A.

Para que haya selectividad, la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 23,5 = 37,6 \text{ A}$

Por tanto el calibre del automático elegido será el de **40A** (valor normalizado por encima de 37,6 A).

Tensión nominal: 380 V

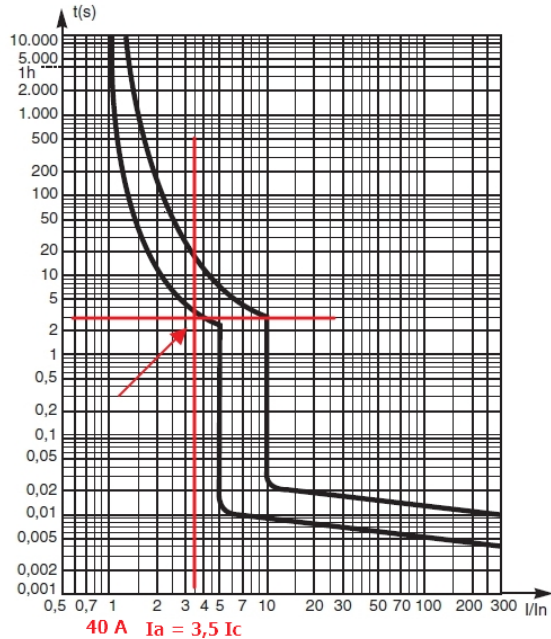
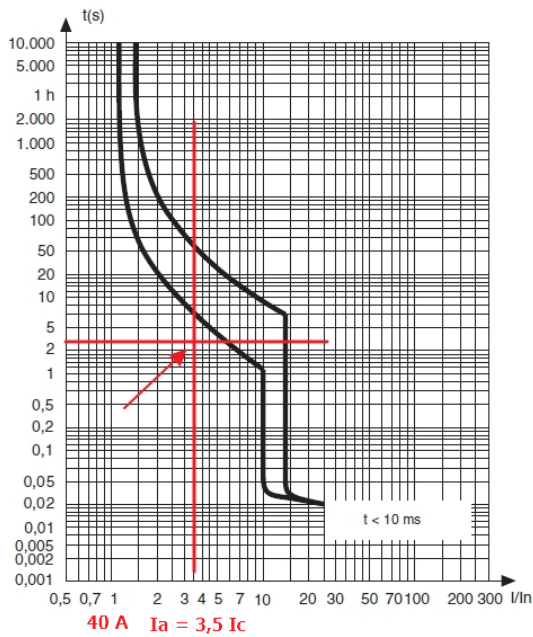
3 polos.

$I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = 141 / 40 = 3,5$ tiempo **3 segundos**

La curva podría ser la **C** (muy justa) o la **D**. **C60N 40A** o **D60N 40A**.

Diferencial F2

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **63A**



Contadores KM1 y KM2

Clase de servicio **intermitente Clase 2.**

Categoría de servicio: **AC3.** Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_N = 23,5 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D25.**

Tamaño de los contactores	Calibres										
	LC1-LP1-K06	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D40	LC1-LP1-D50	LC1-LP1-D65		
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q2

Debemos determinar la corriente más desfavorable.

Estando activas 2 lamparas arranca un KM.

Corriente de llamada del KM y KA

$$I_a = 70 / 220 = 0,32 A$$

Corriente de mantenimiento del KM y KA

$$I_m = 7 / 220 = 0,032 A$$

Consumo del relé temporizador

$$I_m = 3 / 220 = 0,013 A$$

Consumo de la lámpara

$$I = 24 / 220 = 0,11 A$$

$$I = 2 \cdot 0,11 + 0,32 = 0,54 A$$

Por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

P13. Instalación de bombeo A ET Pe 15 KW 400V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de una **instalación que bombea agua entre dos depósitos**. El depósito inferior tiene un detector de nivel (**B1**) que se activa cuando este es muy bajo y no queda agua para bombear, por lo que se debe detener el bombeo inmediatamente. Un segundo detector de nivel (**B2**) situado este en el depósito superior, detecta la situación de nivel de agua alto, por lo que también se debe detener el bombeo para evitar que el líquido rebose. Este depósito, una vez que se le solicite, suministrará agua constantemente.

Inicialmente la bomba arranca por orden del pulsador **S1**, y no se detiene hasta que se detecte el nivel alto en el depósito superior. Una vez detectado este nivel, se detiene el bombeo. El consumo de agua es variable según la demanda. Cuando el sensor **B2** deja de detectar nivel de líquido alto, se debe iniciar un temporizador ajustado a 45 minutos. Transcurrido este tiempo, el temporizador debe volver a activar la bomba para llenar de nuevo el depósito.

Un pulsador de paro (**S0**) detiene inmediatamente tanto el bombeo como la temporización.

Un pulsador de paro (**S0**) detiene inmediatamente tanto el bombeo como la temporización.

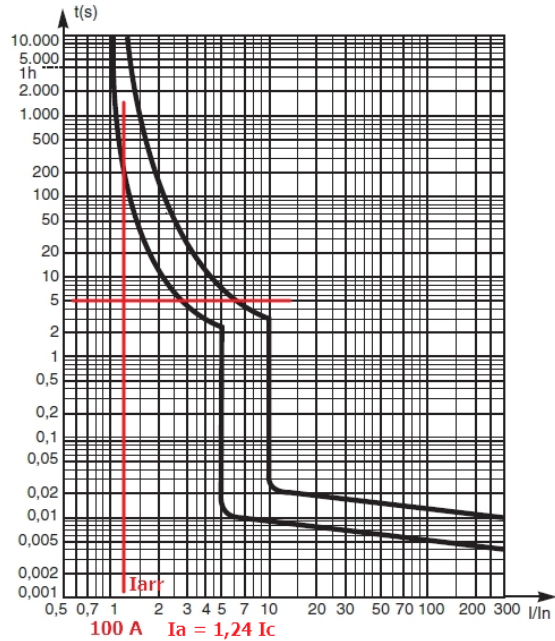
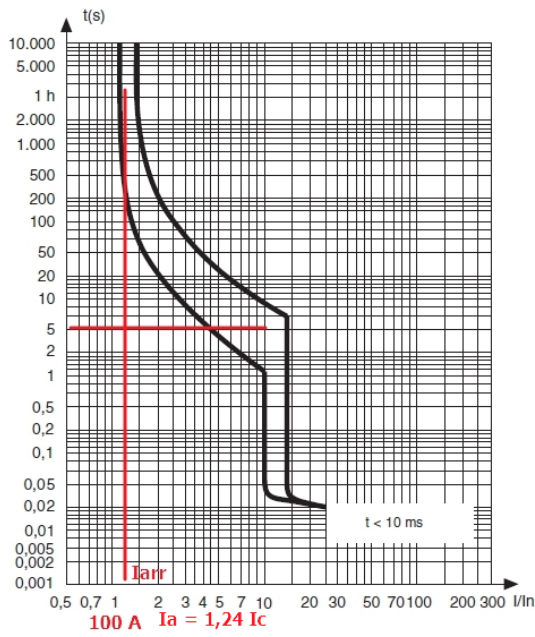
El motor empleado para el bombeo, es un motor de inducción trifásico, con características nominales $P_e = 15 \text{ KW}$, $I_N = 53 \text{ A}$, $U_N = 400 \text{ V}$ y 1500 rpm cuando se conecta en triángulo. Este motor emplea un mecanismo de arranque **estrella-triángulo** y debe trabajar en **servicio permanente**. Corriente de arranque **7** veces la nominal. Tiempo de estrella **5 segundos**.

Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.

NOTA:

Los detectores de nivel, para simplificar, podrán tener 2 contactos NC y 1 NA.



Diferencial F2

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **140 A**

Contactores KM2 y KM3

Clase de servicio permanente. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: **AC3**. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: **400 V**

Corriente de servicio: $I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{53}{\sqrt{3}} \approx 30,6 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D32**.

Corriente y potencia de empleo según IEC de los contactores

		LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-		
		LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-		
		K06	D09	D12	D18	D25	D32	D40	D50	D65		
Tamaño de los contactores	Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
	Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
		380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Contactor KM1

Clase de servicio temporal. El contactor está conectado un breve espacio de tiempo, mientras dura la maniobra de arranque, y luego vuelve a situación de reposo. Para un tiempo de unos 5 segundos, el contactor no llegaría al equilibrio térmico, pero durante el reposo, más de ocho horas, llegaría a la temperatura ambiente.

Categoría de servicio: **AC3**.

Tensión de servicio: **400 V**

Corriente de servicio: $I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{53}{3} = 17,7 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D18**.

Selección de Q2

Debemos determinar la corriente más desfavorable.

Estando activo KM1 arranca KT1 y KM2.

KMs y KAs corriente de llamada $\frac{70 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 304 \text{ mA}$

 corriente permanente $\frac{7 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 30 \text{ mA}$

relé temporizador corriente $\frac{3 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 9 \text{ mA}$

$$I = 304 + 30 + 9 = 343 \text{ mA}$$

Por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

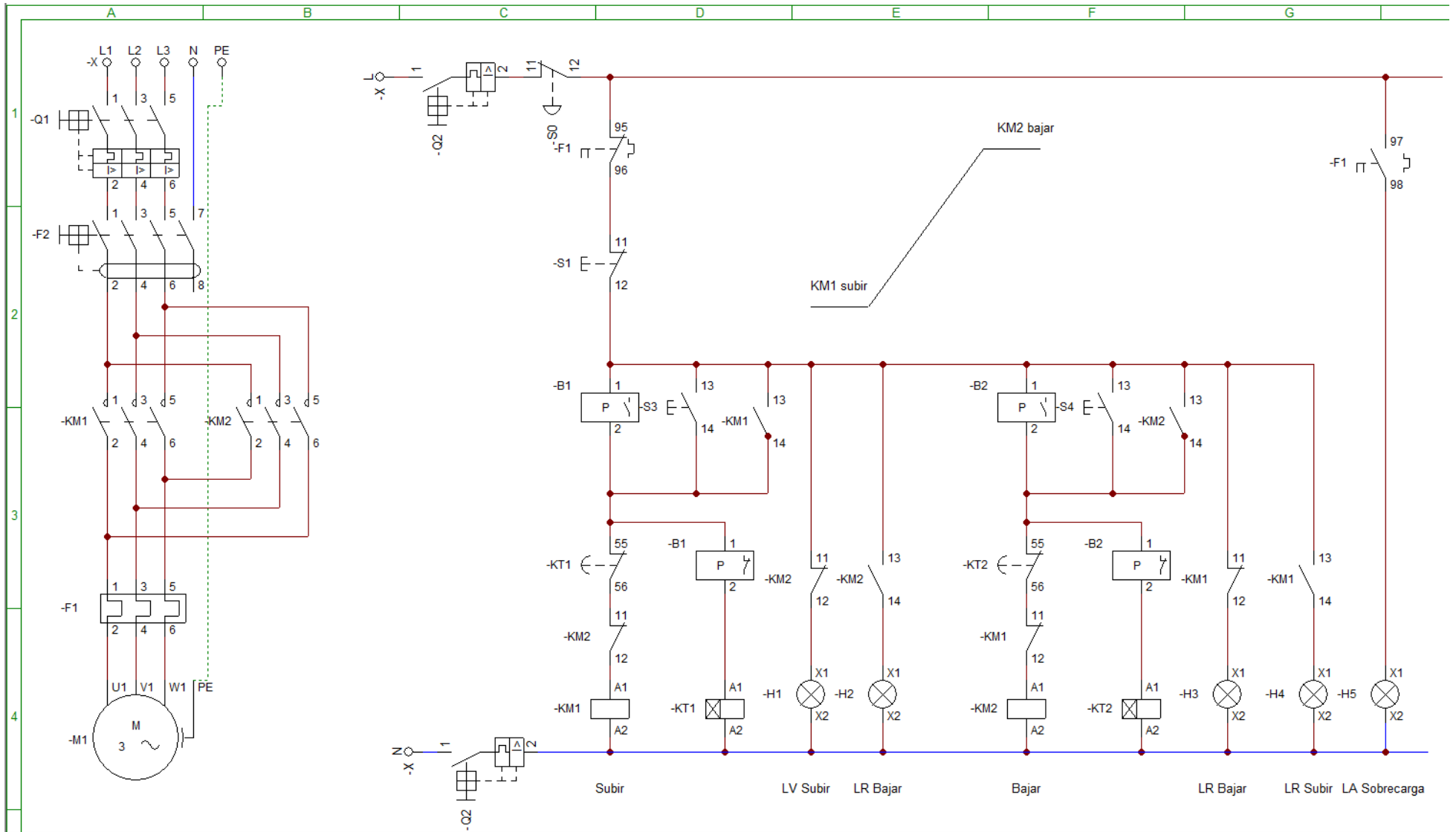
P15. Escalera mecánica A D Inv Pe 10 KW 380V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de una **escalera mecánica**. Esta es accionada por un motor de inducción trifásico de **$P_e = 10 \text{ KW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 23,5 \text{ A}$, 750 rpm** , y va a trabajar en servicio intermitente (un ciclo de subida o bajada dura un mínimo de 25s). La escalera dispone de dos detectores de peso y de dos pilotos rojo y verde en cada extremo, que indican al usuario si le está permitido utilizar la escalera en su sentido de avance (subir o bajar). Cada vez que un usuario entre en la escalera, el detector de peso lo indicará y la escalera deberá comenzar a moverse. Transcurridos 25 segundos desde el arranque, deberá pararse a no ser que haya entrado otro usuario, en cuyo caso, comienza de nuevo el ciclo de tiempo de 25 segundos. Si un usuario entra por el extremo opuesto al del movimiento de la escalera, esta no se moverá.

Además disponemos de unos pulsadores de marcha independientes de los detectores de peso de la escalera para poder arrancar el movimiento correspondiente, y de una seta de emergencia que para todo el proceso en caso de accidente.

El consumo de los pilotos es de **24 W**

- Se pide:
1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
 2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
 3. Elegir los elementos del circuito de mando.
 4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Relé térmico F1

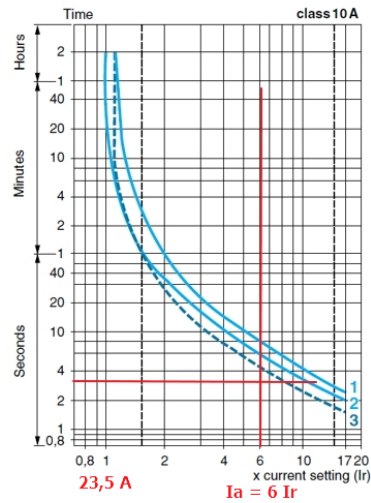
La corriente que pasa por el térmico es $I_N = 23,5 A$

$I_{arranque} = 6 \cdot I_N = 6 \cdot 23,5 = 141A$ tiempo **3 segundos**

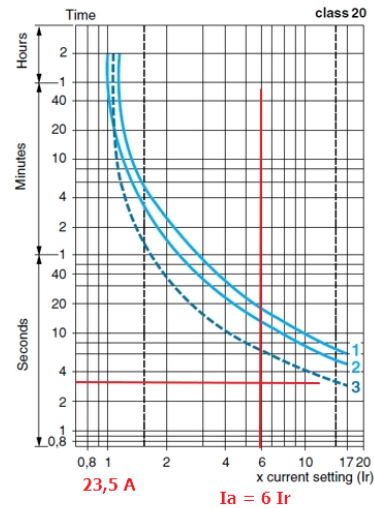
Elegiendo un térmico con una corriente regulada de **23,5 A** veremos si permite pasar la corriente de Arranque 3 segundos.

Vemos que nos puede servir el **LRD-22** o el **LRD-32** tanto de clase **10A** como de clase **20**

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando los 23,5 A. Aguas arriba por el automático estarán pasando los 23,5 A.

Para que haya selectividad, la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 23,5 = 37,6 A$

Por tanto el calibre del automático elegido será el de **40A** (valor normalizado por encima de 37,6 A).

Tensión nominal: 380 V

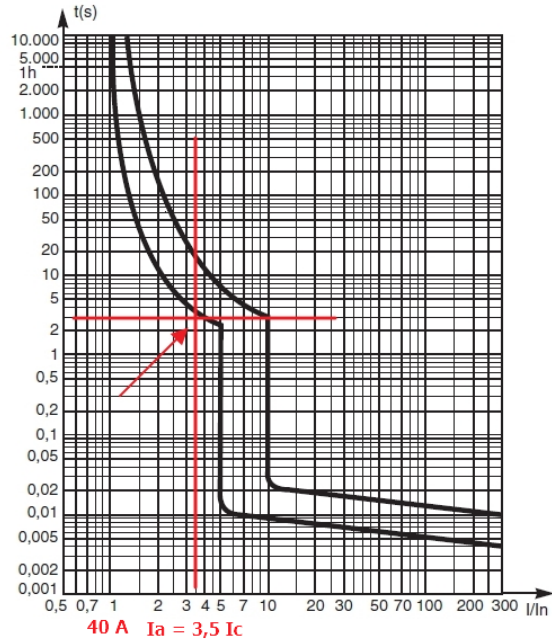
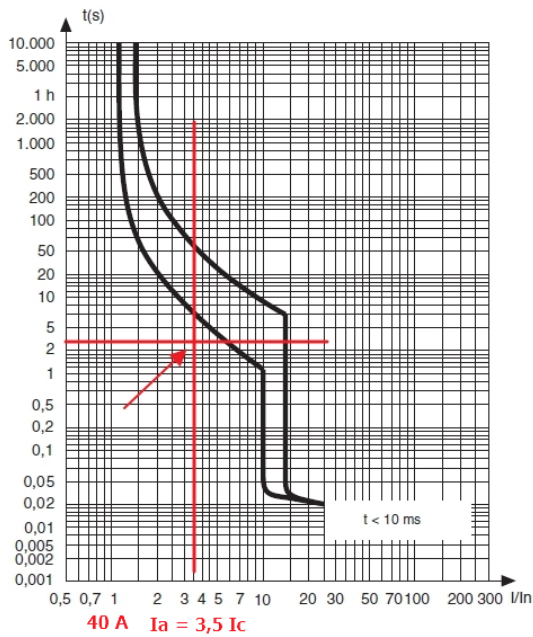
3 polos.

$I_{arranque} / I_{calibre} = 141 / 40 = 3,5$ tiempo **3 segundos**

La curva podría ser la **C** (muy justa) o la **D**. **C60N 40A** o **D60N 40A**.

Diferencial F2

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **63 A**



Contadores KM1 y KM2

Clase de servicio **intermitente Clase 2.**

Categoría de servicio: **AC3.** Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_N = 23,5 A$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D25.**

Tamaño de los contactores			LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	LC1- LP1-	
			K06	D09	D12	D18	D25	D32	D40	D50	D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q2

Estando activas 2 lámparas, arranca 1 KM

Corriente de llamada del KM y KA

$$I_a = 70 / 220 = 0,32 A$$

Corriente de mantenimiento del KM y KA

$$I_m = 7 / 220 = 0,032 A$$

Consumo del relé temporizador

$$I_m = 3 / 220 = 0,013 A$$

Consumo de la lámpara

$$I = 24 / 220 = 0,11 A$$

$$I = 2 \cdot 0,11 + 0,32 = 0,54 A$$

Elegiremos el automático **C60H 1A**

P16. Dos escaleras mecánicas independientes. AD **A D Pm 15 KW 400 V**

P16. Escalera mecánica A D Pm 15 KW 400V

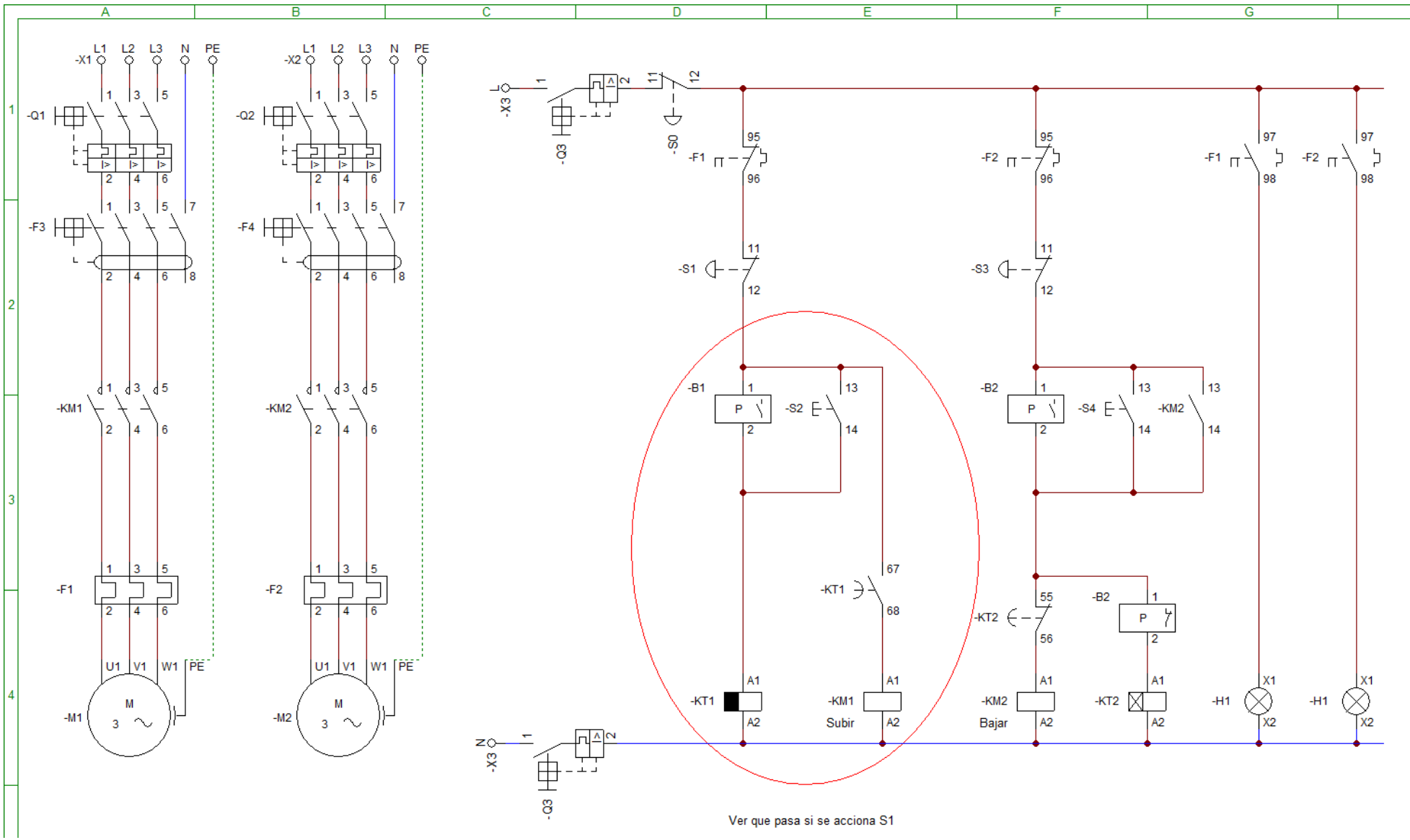
Diseñar el circuito de fuerza y mando de dos **escaleras mecánicas independientes** utilizadas una de ellas para subir y la otra para bajar personas respectivamente. Cada una de ellas es accionada por un motor de inducción trifásico de $P_{\text{UTIL}} = 15\text{KW}$, 400 V , $\cos \varphi 0,81$, 750 rpm , $\eta=92\%$ y van a trabajar en servicio intermitente (un ciclo de subida o bajada dura un mínimo de 25s). La intensidad de arranque es de **6** veces la nominal y el tiempo de arranque se de **5** segundos.

La escalera dispone de un detector de peso para saber cuando una persona está en el comienzo de la misma y desea iniciar la maniobra. La escalera deberá comenzar a moverse y transcurridos 25 segundos desde el arranque, deberá pararse a no ser que haya entrado otro usuario, en cuyo caso se añadirán otros 25 segundos a los que resten.

Además disponemos de unos pulsadores de marcha independientes de los detectores de peso de las escaleras para poder arrancar el movimiento correspondiente, y de una seta de emergencia que para el proceso pertinente en caso de accidente.

Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento.
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Porque no funciona

Si está la escalera subiendo con KM1 activo el relé está temporizando. Si se pulsa S1 para pararla, se desactiva KM1 y la escalera para. Cuando se deja de pulsar S1, el contacto del KT1 seguiría activo y por tanto la escalera vuelve a activarse hasta terminar la temporización KT1. No es una solución correcta.

Relé térmico F1 y F2

Las corrientes que pasan por el térmico son

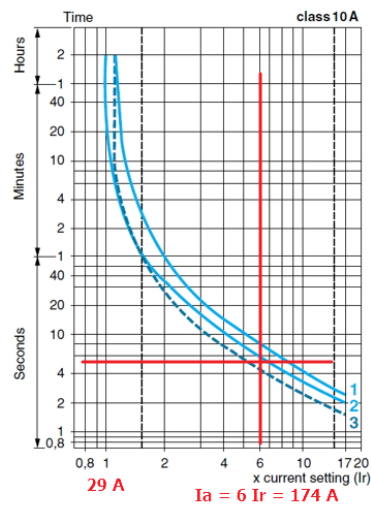
$$I_N = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta \sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \frac{15000}{0,92 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,81} = 29 \text{ A}$$

Ajustaremos la corriente regulada a **29 A**

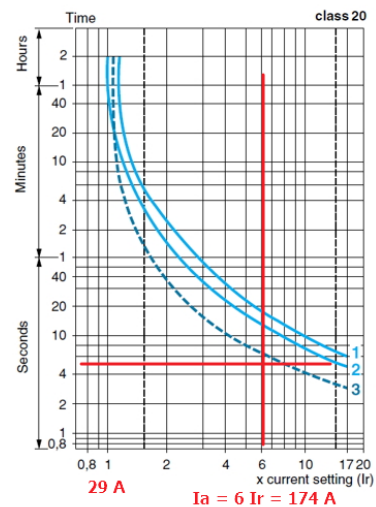
$I_{\text{arranque}} = 6 \cdot I_N = 6 \cdot 29 = 174 \text{ A}$ **tiempo 5 segundos**

se observa que se debe emplear el relé térmico de **clase 20 LRD-32**

Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1 y Q2

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando 29 A.

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 * 29 = 46,4 \text{ A}$

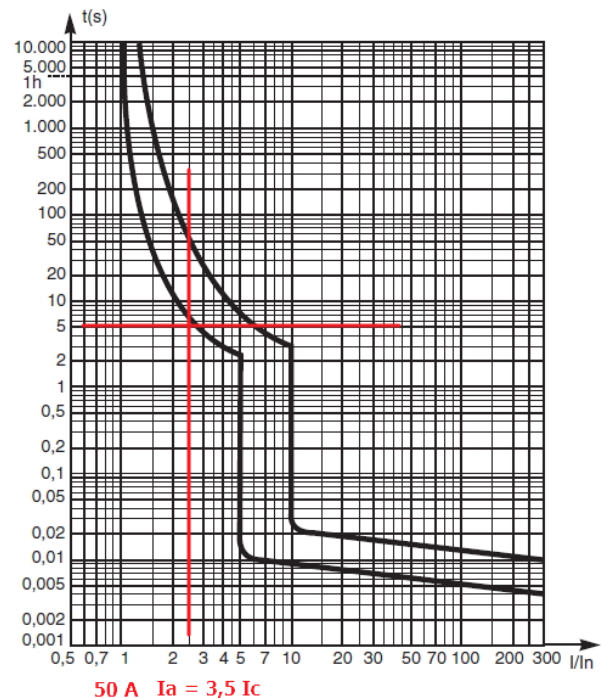
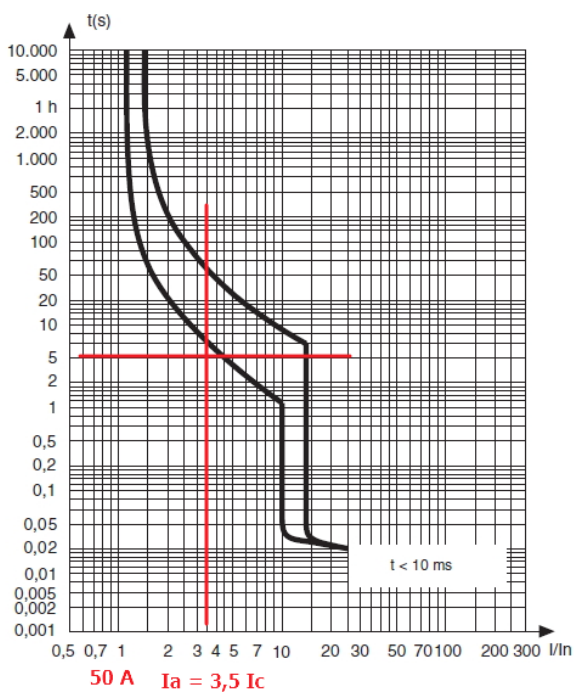
Por tanto el calibre del automático elegido será el de 50A (valor normalizado por encima de 46,4 A).

Tensión nominal: 400 V

3 polos.

$I_{\text{arranque}} / I_{\text{calibre}} = 174 / 50 = 3,5$

La curva debe de ser la D. **C60N D50A**.



Contactores KM1 y KM2

Clase de servicio temporal. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: AC3. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 400 V

Corriente de servicio: $I_N = 29 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D32**.

Tamaño de los contactores			LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-	LC1-
			LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-	LP1-
			K06	D09	D12	D18	D25	D32	D40	D50	D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q2 o Fusibles para el mando

Lo más desfavorable es que estando activos 2 relés entren 2 contactores

Corriente de llamada del KM y KA $I_a = 70 / 220 = 0,32 \text{ A}$
 Corriente de mantenimiento del KM y KA $I_m = 7 / 220 = 0,032 \text{ A}$
 Consumo del relé temporizador $I_m = 3 / 220 = 0,013 \text{ A}$

$$I = 2 \cdot 0,013 + 2 \cdot 0,32 = 0,666 \text{ A}$$

Se podría poner un Automático **C1** o fusible de **1A**

P17. Escalera mecánica A ET Inv Pe 7,5 KW 400 V

Diseñar el circuito de fuerza y mando de una **escalera mecánica**. Esta es accionada por un motor de inducción trifásico en configuración E-T, de **$P_m = 7,5 \text{ KW}$** , **$U_N = 400 \text{ V}$** , **$\cos \phi = 0,8$** y **$\eta = 0,92$** en conexión triángulo, **$I_a = 6 \text{ In}$** (**tarr = 5s**).

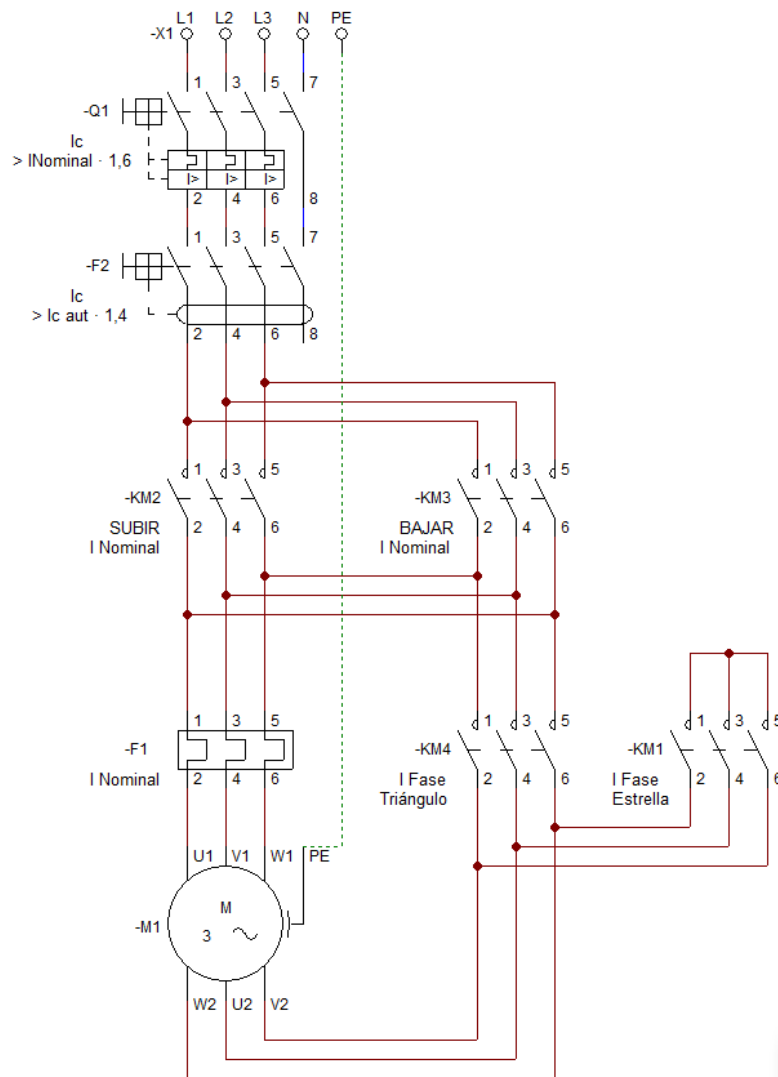
Va a trabajar en servicio intermitente (un ciclo de subida o bajada dura un mínimo de 25s). La escalera dispone de dos detectores de peso y de dos pilotos rojo y verde en cada extremo, que indican al usuario si le está permitido utilizar la escalera en su sentido de avance (subir o bajar).

Cada vez que un usuario entre en la escalera, el detector de peso lo indicará y la escalera deberá comenzar a moverse. Transcurridos 25 segundos desde el arranque, deberá pararse a no ser que haya entrado otro usuario, en cuyo caso, comienza de nuevo el ciclo de tiempo de 25 segundos. Si un usuario entra por el extremo opuesto al del movimiento de la escalera, esta no se moverá.

Además disponemos de unos pulsadores de marcha independientes de los detectores de peso de la escalera para poder arrancar el movimiento correspondiente, y de una seta de emergencia que para todo el proceso en caso de accidente.

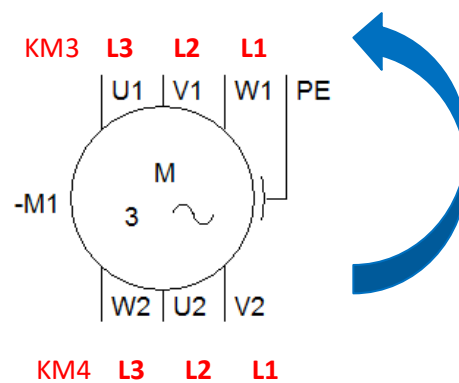
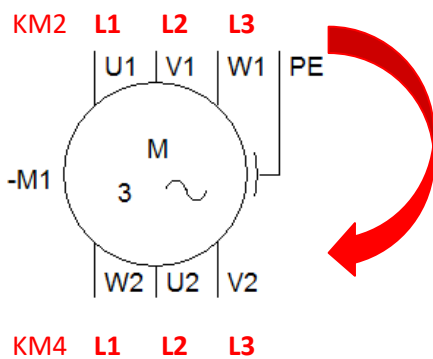
Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento.
2. Elegir el interruptor automático de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.
3. Elegir los elementos del circuito de mando.



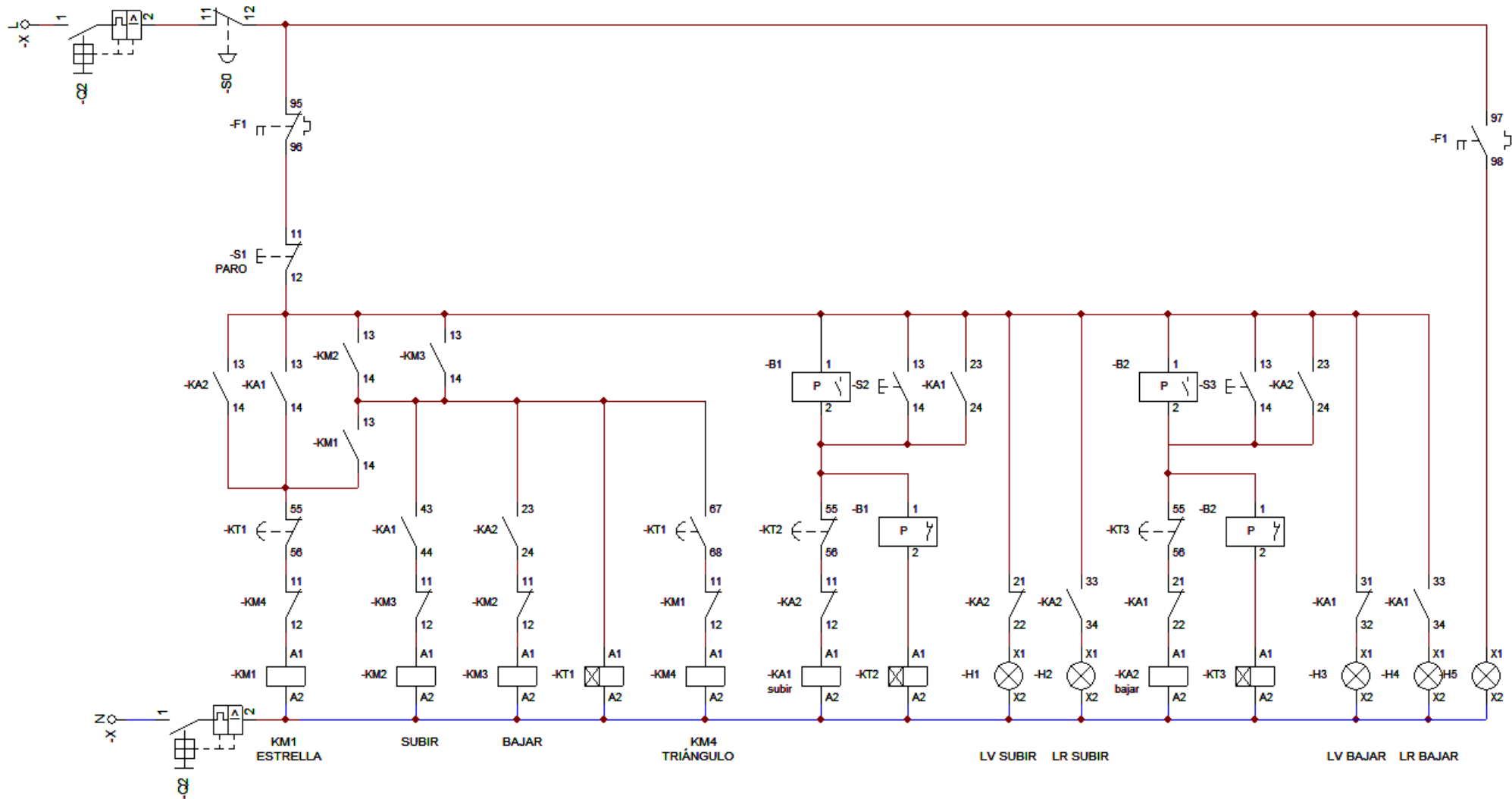
Giro a derecha

Se establece la estrella cerrando los contactores **KM1** y **KM2** al cabo de un tiempo se abre la estrella (contactor **KM1**) y entra el triángulo cerrando el contactor **KM4**.



Giro a izquierda

Se establece la estrella cerrando los contactores **KM1** y **KM3** al cabo de un tiempo se abre la estrella (contactor **KM1**) y entra el triángulo cerrando el contactor **KM4**.



Relé térmico F1

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_u}{\sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi} \quad I_N = \frac{P_u}{\eta \sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \frac{7500}{0,92 \sqrt{3} 400 0,8} = \mathbf{14,71 A}$$

Las corrientes de fase, que pasan por el térmico, cuando trabajamos en estrella y en triángulo son

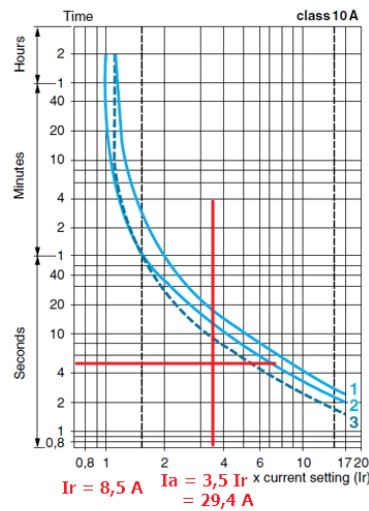
$$I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{14,71}{\sqrt{3}} \approx 8,5 A \quad I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{14,71}{3} = 4,9 A$$

Teniendo en cuenta la corriente que pasa en triángulo, que es la máxima, elegiremos el **LRD-14** clase 10A
Ajustaremos la corriente regulada a 17,32 A

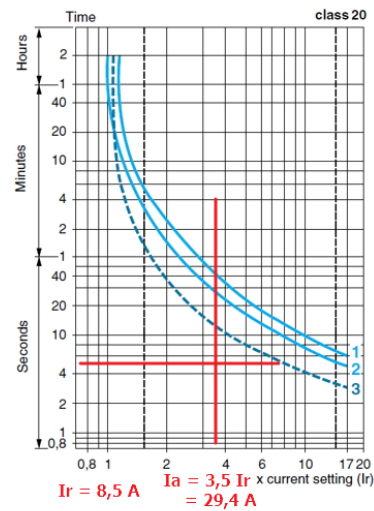
larranque = $6 \cdot I_{FE} = 6 \cdot 4,9 = \mathbf{29,4 A}$ tiempo **5 segundos**

se observa que puede pasar por el térmico sin problemas $29,4 / 8,5 = 3,5$

Relay setting range A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
17 ... 25	LRD-3322
23 ... 32	LRD-3353
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).



Automático Q1

Cuando tengamos la corriente nominal, por el térmico estarán pasando **8,5 A**.

Agua arriba por el automático estarán pasando los **14,71 A**.

Para que haya selectividad la corriente mínima del automático será: $I = 1,6 \cdot 14,71 = 23,54 A$

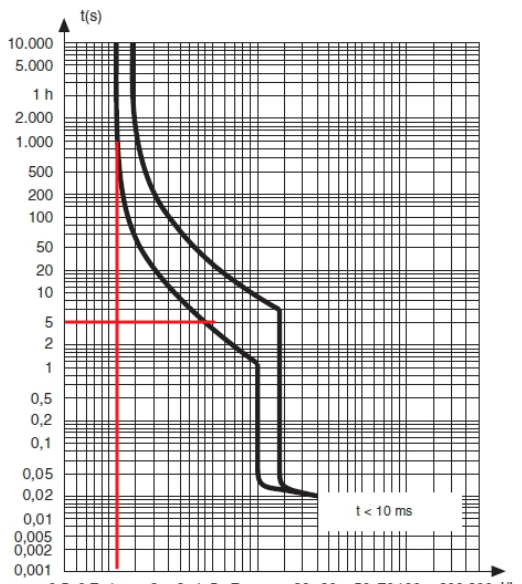
Por tanto el calibre del automático elegido será el de **25A** (valor normalizado por encima de 23,54 A).

Tensión nominal: **400 V**

3 polos

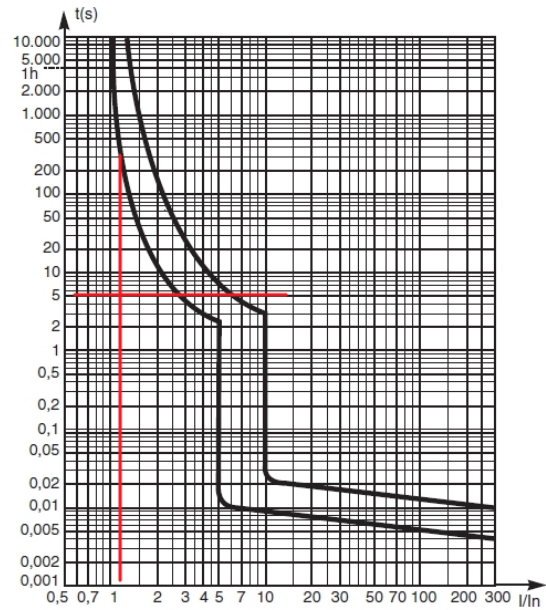
La curva podría ser la **C60N 25A**.

En el arranque por el automático estará pasando una corriente larranque / Icalibre = $I_a / I_c = 29,4 / 25 = \mathbf{1,2}$



$$I_a = 1,2 \cdot I_c$$

$$I_c = 25 \text{ A}$$



$$I_a = 1,2 \cdot I_c$$

Diferencial F2

Elegiremos uno separado un 40% del calibre del automático principal para su protección. Elegiremos el de **30 mA** y **40**

Contactores KM2 y KM3

Clase de servicio temporal. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: AC3. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 400 V

Corriente de servicio: $I_N = 14,71 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D18**

Contactador KM4

Clase de servicio temporal. Viene dado por el enunciado del problema.

Categoría de servicio: AC3. Es la adecuada para maniobras de arranque de motores de inducción.

Tensión de servicio: 400 V

Corriente de servicio: $I_{F\Delta} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{14,71}{\sqrt{3}} \approx 8,5 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-D09**

Contactador KM1

Clase de servicio temporal. El contactor está conectado un breve espacio de tiempo, mientras dura la maniobra de

arranque, y luego vuelve a situación de reposo.

Categoría de servicio: **AC3**.

Tensión de servicio: 380 V

Corriente de servicio: $I_{FE} = \frac{I_N}{3} = \frac{14,71}{3} = 4,9 \text{ A}$

Del catálogo de Telemecanique sería válido el calibre **LC1-K06**

Tamaño de los contactores			LC1-K06	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D65
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30

Selección de Q2

Debemos determinar la corriente más desfavorable.

Tenemos 2 lámparas activas, después de pulsado S2 p.e. entran KT1 y KM2 y **luego entran KT2 y KM4**

Corriente de llamada del KM y KA $I_a = 70 \text{ VA} / 230 \text{ V} = 0,30 \text{ A}$

Corriente de mantenimiento del KM y KA $I_m = 7 \text{ VA} / 230 \text{ V} = 0,03 \text{ A}$

Consumo del relé temporizador $I_m = 3 \text{ VA} / 230 \text{ V} = 0,013 \text{ A}$

Consumo de los pilotos $I_m = 3 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,013 \text{ A}$

$$I = 2 \cdot 0,013 + 0,013 + 0,03 + 0,013 + 0,3 = 0,382 \text{ A}$$

Por tanto elegiremos el automático de calibre **C1** que permitirá su paso sin problemas.

P20 Cinta transportadora y tolvas - válvulas biestables A D Inv Pe 10 KW 380 V

Diseñar el circuito de fuerza y mando para un motor de inducción que mueve una **cinta transportadora**, con dos sentidos de giro. El motor es de **Pe = 10 KW, U_N = 380 V, I_N = 23,5 A (Y) y 750 rpm**. En la mitad de la cinta transportadora hay **dos tolvas** que descargan material A o B sobre la **cinta**, mediante la apertura y cierre de unas electroválvulas **biestables (A+ Abrir, A- Cerrar, B+ Abrir, B- Cerrar)**. En función del tipo de material que se vaya a transportar, la cinta deberá moverse en un sentido o en otro.

Cuando se accione un pulsador **S2**, se abrirá la tolva A. Cuando se accione un pulsador **S4**, se cerrará inmediatamente la tolva A, y tras 15 segundos, que es el tiempo que tarda el material en ser transportado por la cinta hasta el final de esta y ser evacuado, se invertirá el sentido de giro del motor y se abrirá la tolva B, para llevar el material a un vagón al otro extremo de la cinta.

Si, por el contrario, se acciona **S3**, el proceso será el inverso: se abrirá la tolva B. Cuando se accione un pulsador **S5**, se cerrará inmediatamente la tolva B, y tras 15 segundos, que es el tiempo que tarda el material en ser transportado por la cinta hasta el final de esta y ser evacuado, se invertirá el sentido de giro del motor y se abrirá la tolva A, para llevar el material a un vagón al otro extremo de la cinta.

Cuando se pulsa un primer pulsador de paro **S6**, se cierra la tolva que esté abierta y, tras quince segundos se para el motor.

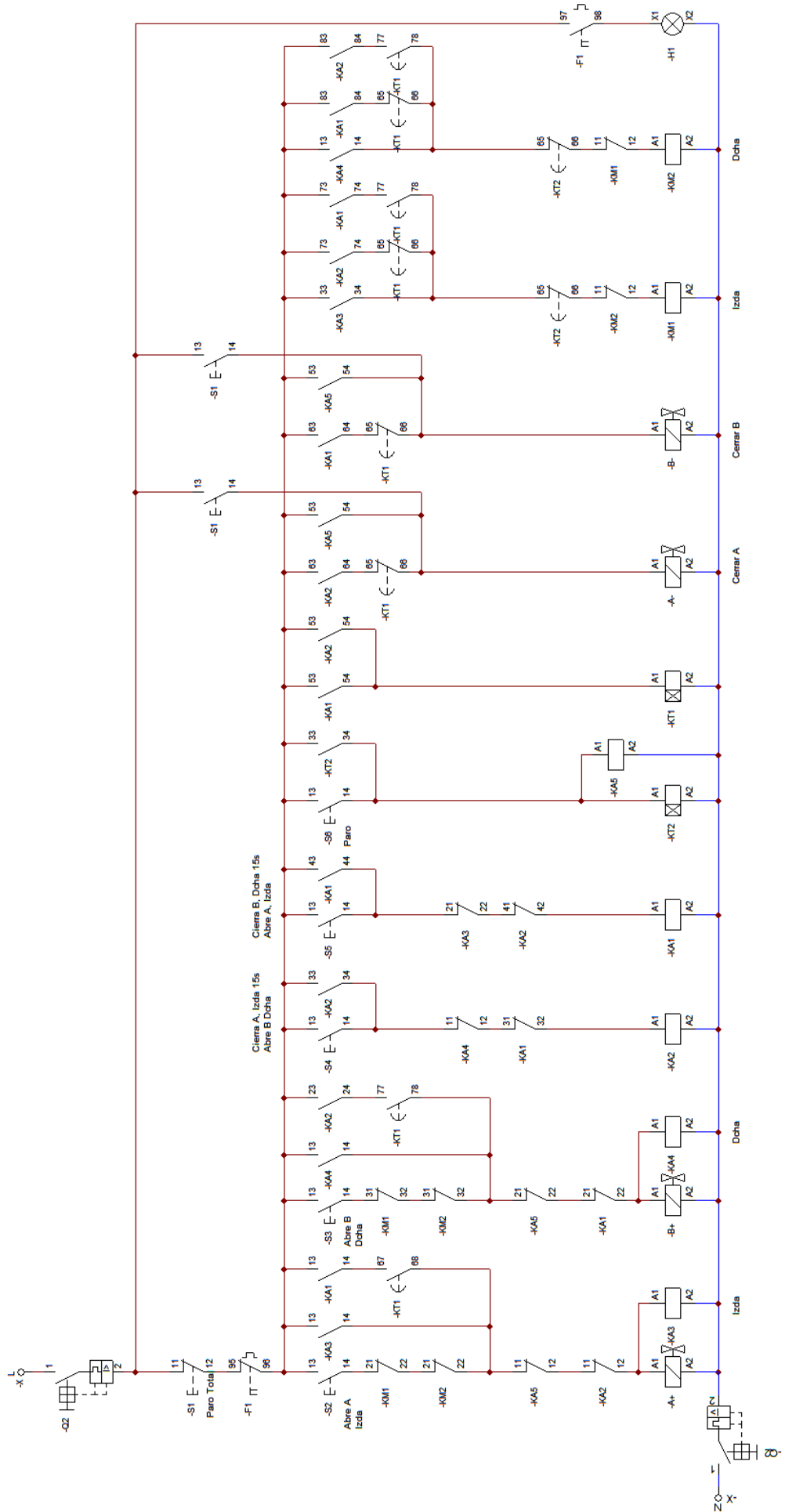
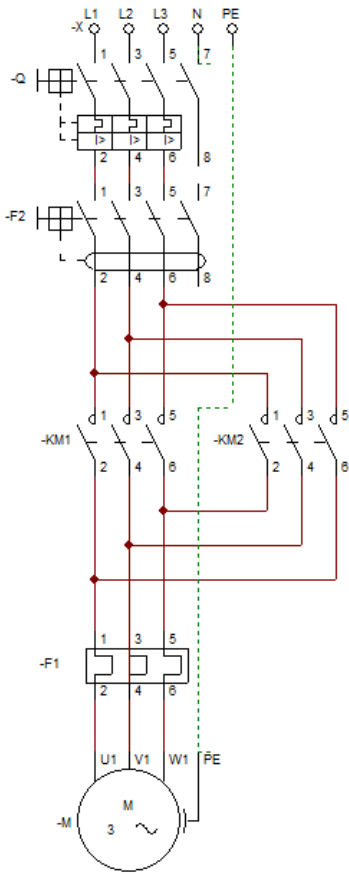
Si se pulsa otro pulsador de paro de mayor nivel, **S1**, se cierra la tolva que esté abierta y se para inmediatamente el motor, aunque quede todavía material en la cinta.

Seleccionar los dispositivos de mando, protección y señalización. El consumo de los pilotos es de 24 W y el de los relés de 20VA.

Nota: Sólo podrán utilizarse temporizadores con retardo a la conexión. Tanto éstos como el resto de elementos tendrán tantos contactos auxiliares como sea necesario.

Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



P21. Cinta transportadora y tolvas - válvulas monoestables A D Inv Pm 10 KW 380 V

Diseñar el circuito de fuerza y mando para un motor de inducción que mueve una **cinta transportadora**, con dos sentidos de giro. El motor es de **10 KW, 380 V, 23,5 A (Y) y 750 rpm**. En la mitad de la cinta transportadora hay **dos tolvas** que descargan material A o B sobre la **cinta**, mediante la apertura y cierre de unas electroválvulas **monoestables (A+ Abrir, B+ Abrir)**. En función del tipo de material que se vaya a transportar, la cinta deberá moverse en un sentido o en otro.

Cuando se accione un pulsador **S2**, se abrirá la tolva A. Cuando se accione un pulsador **S4**, se cerrará inmediatamente la tolva A, y tras 15 segundos, que es el tiempo que tarda el material en ser transportado por la cinta hasta el final de esta y ser evacuado, se invertirá el sentido de giro del motor y se abrirá la tolva B, para llevar el material a un vagón al otro extremo de la cinta.

Si, por el contrario, se acciona **S3**, el proceso será el inverso: se abrirá la tolva B. Cuando se accione un pulsador **S5**, se cerrará inmediatamente la tolva B, y tras 15 segundos, que es el tiempo que tarda el material en ser transportado por la cinta hasta el final de esta y ser evacuado, se invertirá el sentido de giro del motor y se abrirá la tolva A, para llevar el material a un vagón al otro extremo de la cinta.

Cuando se pulsa un primer pulsador de paro **S6**, se cierra la tolva que esté abierta y, tras quince segundos se para el motor.

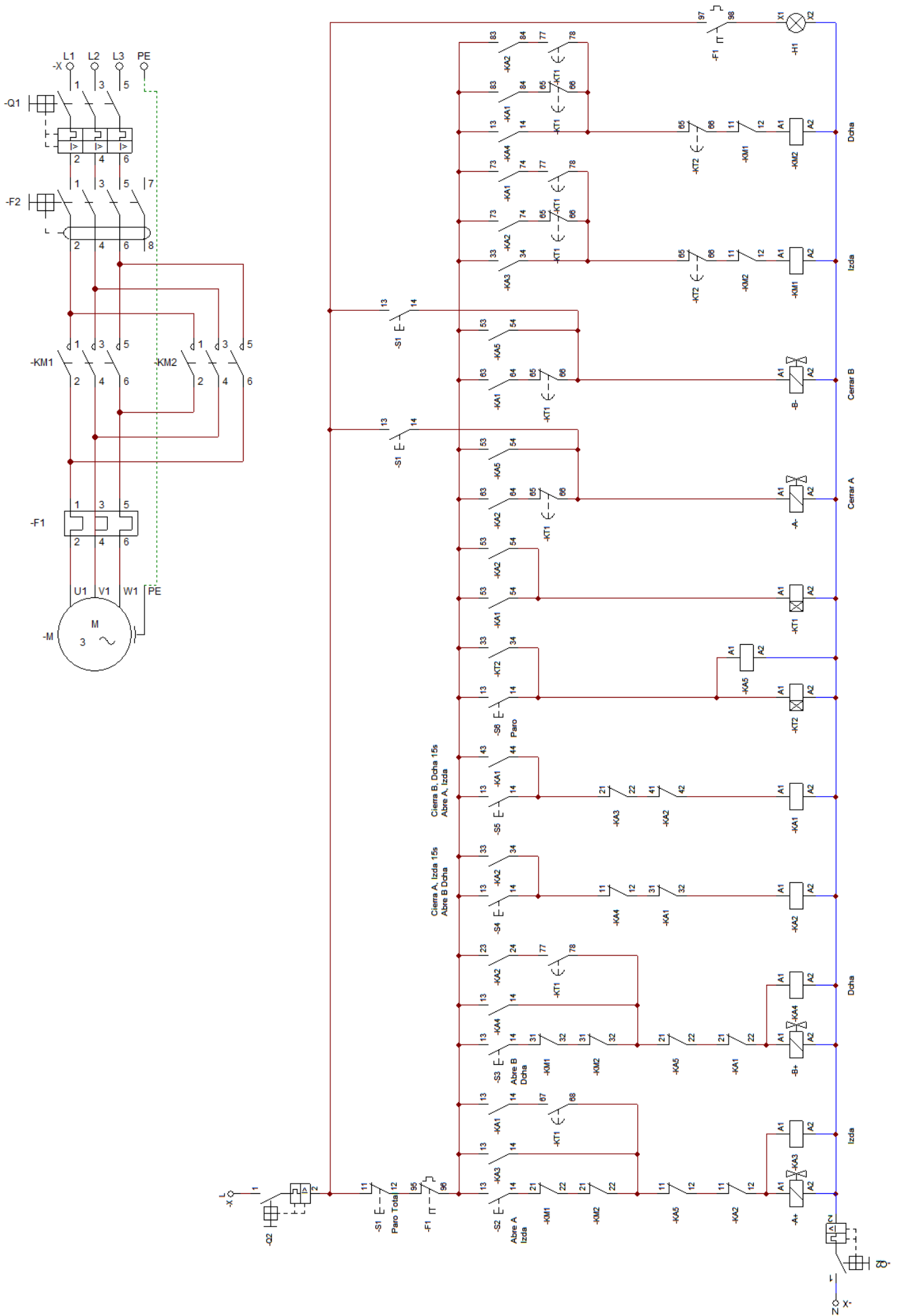
Si se pulsa otro pulsador de paro de mayor nivel, **S1**, se cierra la tolva que esté abierta y se para inmediatamente el motor, aunque quede todavía material en la cinta.

Seleccionar los dispositivos de mando, protección y señalización. El consumo de los pilotos es de 24 W y el de los relés de 20VA.

Nota: Sólo podrán utilizarse temporizadores con retardo a la conexión. Tanto éstos como el resto de elementos tendrán tantos contactos auxiliares como sea necesario.

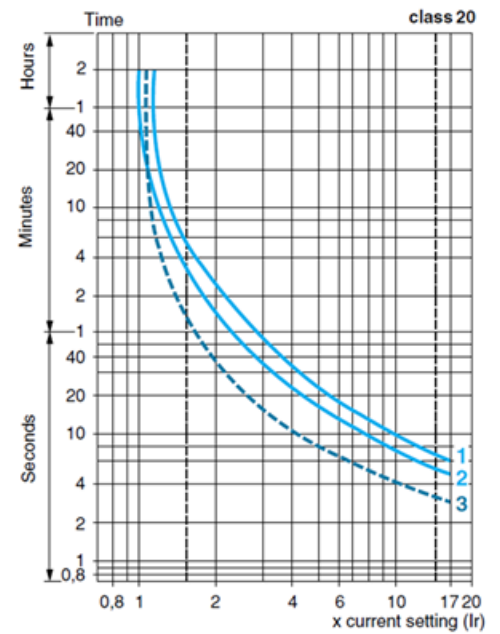
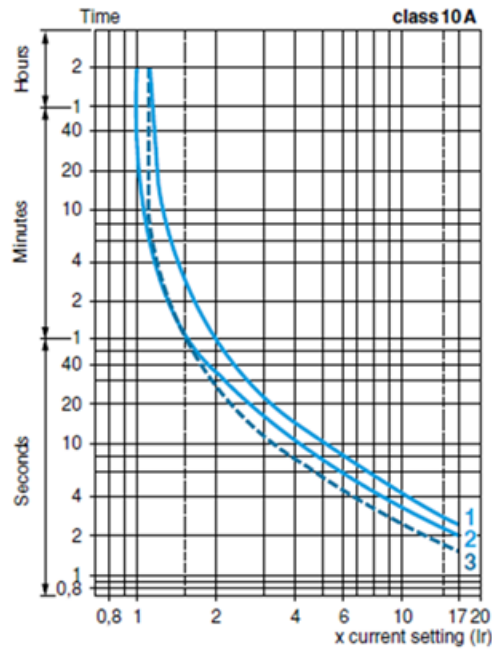
Se pide:

1. Realizar el esquema de mando y el de fuerza añadiendo los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento..
2. Elegir el disyuntor de fuerza, diferencial, contactores de mando y el relé térmico del motor
3. Elegir los elementos del circuito de mando.
4. Indicar **sobre las gráficas** la corriente nominal, corriente de arranque y la corriente de regulación del térmico I_r y las corrientes I_r e I_m del automático.



Referencias y Curvas de relés térmicos

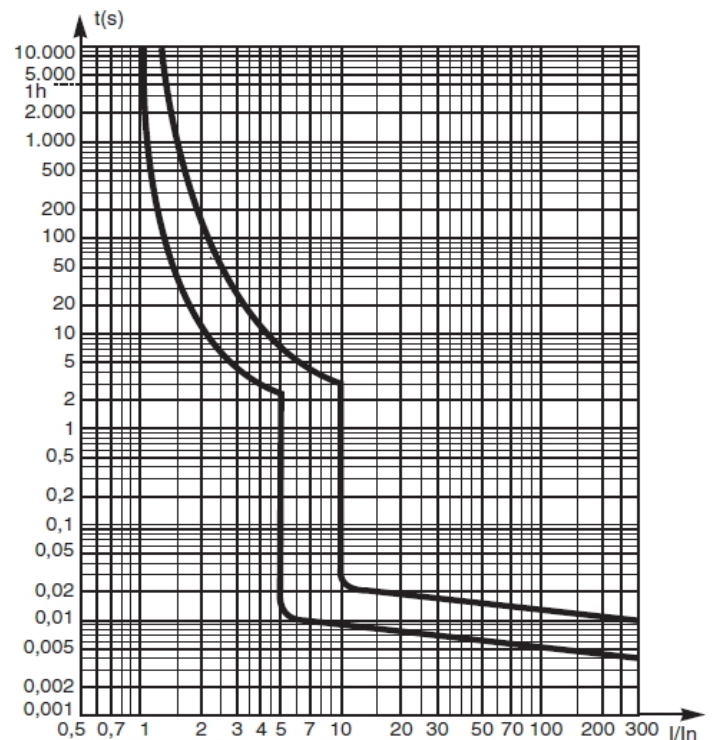
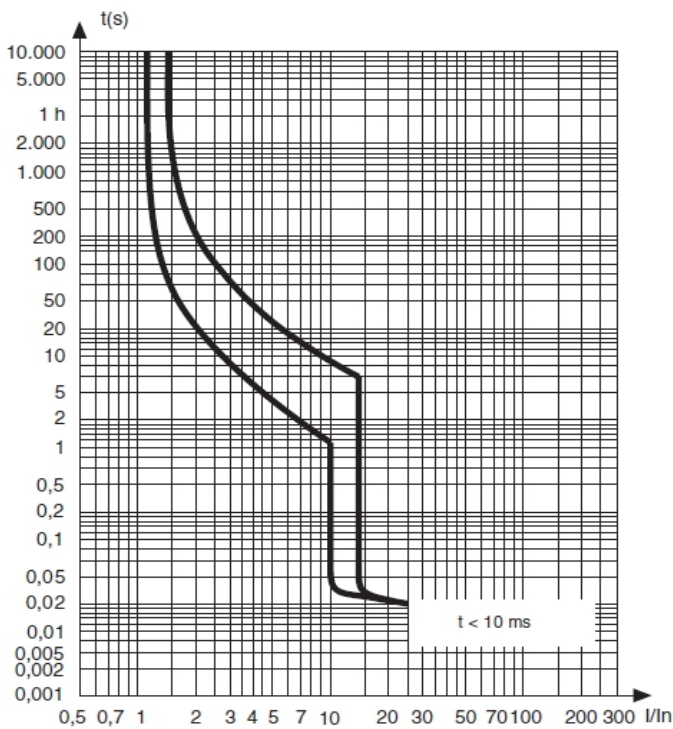
Relay setting range	
A	
0,10 ... 0,16	LRD-01
0,16 ... 0,25	LRD-02
0,25 ... 0,40	LRD-03
0,40 ... 0,63	LRD-04
0,63 ... 1	LRD-05
1 ... 1,7	LRD-06
1,6 ... 2,5	LRD-07
2,5 ... 4	LRD-08
4 ... 6	LRD-10
5,5 ... 8	LRD-12
7 ... 10	LRD-14
9 ... 13	LRD-16
12 ... 18	LRD-21
16 ... 24	LRD-22
23 ... 32	LRD-32
30 ... 38	LRD-35
30 ... 40	LRD-3355
37 ... 50	LRD-3357
48 ... 65	LRD-3359
55 ... 70	LRD-3361
63 ... 80	LRD-3363



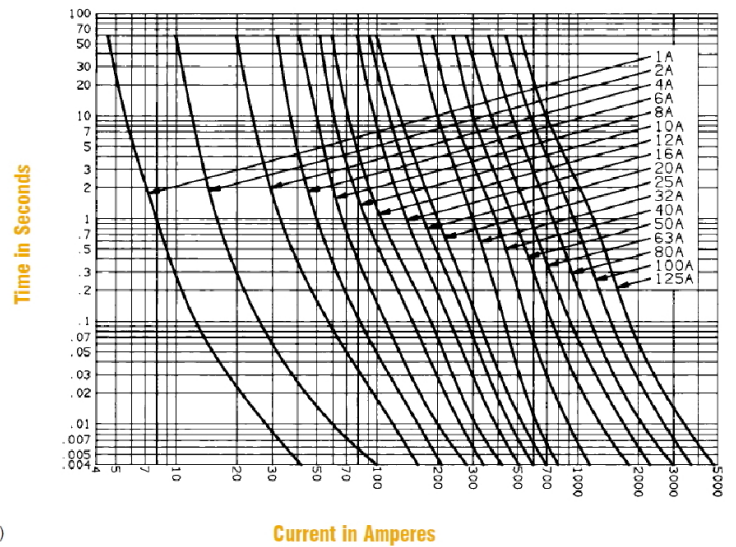
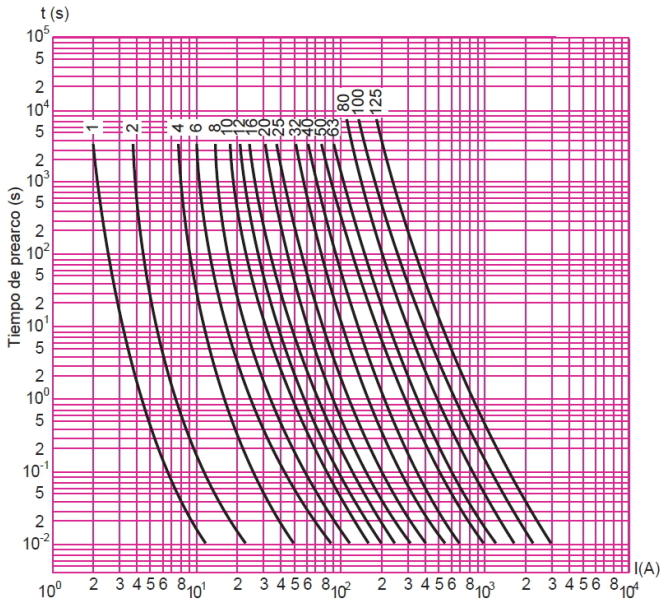
- 1 Balanced operation, 3-phase, from cold state.
- 2 Balanced operation, 2-phase, from cold state.
- 3 Balanced operation, 3-phase, after a long period at the set current (hot state).

Valores y Curvas de Interruptores Automáticos

Valores normalizados de IAs curvas C y D son 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A Calibres y



Curvas de Fusibles



Valores y Curvas de Guardamotores

Guardamotor Termomagnético MPW12 - Protección Contra Sobrecarga y Cortocircuito

Tabla orientativa para selección de la protección de motores trifásicos 60 Hz - 4 polos ¹⁾			Corriente nominal I_n (A)	Rango de ajuste de la corriente nominal I_n (A)	Disparo magnético instantáneo $13 \times I_n$ I_m (A)	Terminal resorte		Peso kg
220-240 V cv / kW	380-415 V cv / kW	440-480 V cv / kW				Referencia	Código	
-	-	-	0,16	0,1...0,16	2,08	MPW12-3-C016S	12500989	0,28
-	-	-	0,25	0,16...0,25	3,25	MPW12-3-C025S	12500990	
-	-	0,16 / 0,12	0,4	0,25...0,4	5,2	MPW12-3-D004S	12500992	
-	0,16 / 0,12	0,25 / 0,18	0,63	0,4...0,63	8,2	MPW12-3-C063S	12500991	
0,16 / 0,12	0,33 / 0,25	0,33 / 0,25	1	0,63...1	13	MPW12-3-U001S	12500996	
0,33 / 0,25	0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,6	1...1,6	20,8	MPW12-3-D016S	12500993	
0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,5 / 1,1	2,5	1,6...2,5	32,5	MPW12-3-D025S	12500994	
1 / 0,75	2 / 1,5	2 / 1,5	4	2,5...4	52	MPW12-3-U004S	12500997	
1,5 / 1,1	3 / 2,2	4 / 3	6,3	4...6,3	82	MPW12-3-D063S	12500995	
3 / 2,2	6 / 4,5	7,5 / 5,5	10	6,3...10	130	MPW12-3-U010S	12501028	
4 / 3	7,5 / 5,5	7,5 / 5,5	12	8...12	156	MPW12-3-U012S	12501029	

Valores de Interruptores Diferenciales

Los calibres de los Interruptores diferenciales con 30 mA de sensibilidad son 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 A.

Consumo de los KM y KA

LC1D09M7 Contactor 3 polos - 9A - 220V AC – NANC

Consumo en llamada 70 VA | Consumo en mantenimiento 7 VA

Duración de maniobra 12...22 ms cierre | 4...19 ms apertura

Consumo de los Relés Auxiliares de DC

RXM4GB1BD Tensión nominal 24 VDC

Resistencia 650 Ω (\pm 10%) Consumo medio 0,9 W Tiempo de activación/desactivación 20ms

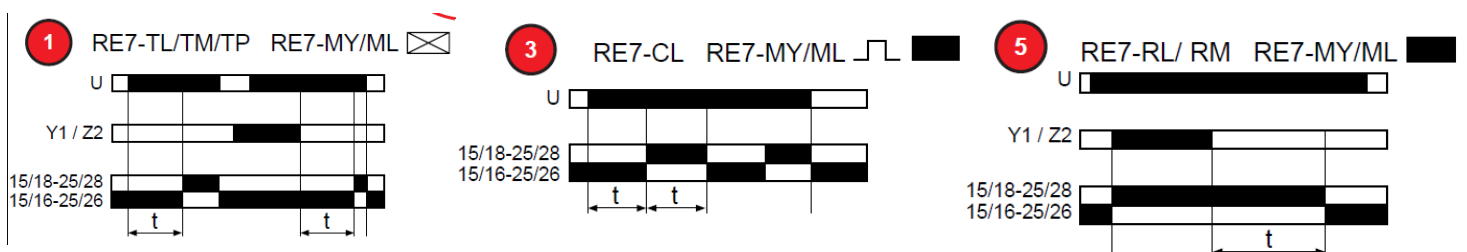
Consumo del Relé Temporizador RE22R2QTMR

RE22R2QTMR

24-240 VAC 50-60 Hz 3 VA

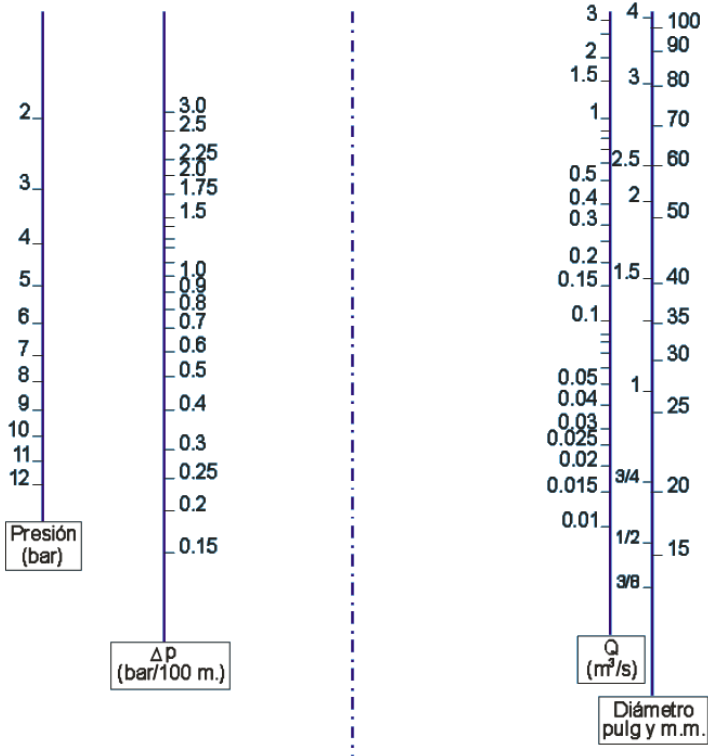
Corriente y potencia de empleo según IEC de contactores

Tamaño de los contactores	LC1- LC1- LC1- LC1- LC1- LC1- LC1- LC1- LC1- LC1-										
	LP1- LP1- LP1- LP1- LP1- LP1- LP1- LP1- LP1- LP1-										
	K06	D09	D12	D18	D25	D32	D40	D50	D65		
Corriente de empleo máxima en AC-3	<=440 V	A	6	9	12	18	25	32	40	50	65
Potencia nominal de empleo P	220/240 V	KW	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5
	380/400 V	KW	2,2	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30



Valores para cálculos neumáticos

Nomograma



Diámetro nominal de la tubería

Accesorio	15	20	25	30	40	50	65	80
Codo Elbow	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8
Curva a 90°	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Codo a 90°	1,0	1,2	1,6	1,8	2,2	2,6	3,0	3,9
Curva a 180°	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,7	2,0	2,6
Válvula esférica	0,8	1,1	1,4	2,0	2,4	3,4	4,0	5,2
Válvula comp	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
"T" estándar	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
"T" lateral	0,5	0,7	0,9	1,4	1,6	2,1	2,7	3,7

Diámetro cilindro mm	Diámetro vástago mm
10	4
12	6
16	6
20	8
25	10
32	12
40	16
50	20
63	20
80	25
100	25
125	32

Detector Inductivo XS630B1PBL10

PNP

Sn 15 mm

[Us] rated supply voltage	12...48 V DC with reverse polarity protection
switching capacity in mA	<= 200 mA DC with overload and short-circuit protection
switching frequency	<= 500 Hz
maximum voltage drop	<2 V (closed)
current consumption	<= 10 mA no-load
maximum delay first up	10 ms
maximum delay response	0.6 ms
maximum delay recovery	1.4 ms

Detector Capacitivo XS630B1PBL10

PNP

Sn 15 mm

[Us] rated supply voltage	12...24 V DC with reverse polarity protection
switching capacity in mA	<= 200 mA
switching frequency	<= 150 Hz
maximum voltage drop	<2,5 V (closed)
current consumption	<= 15 mA
Maximum delay first up	100 ms
Maximum delay recovery	10 ms