

PROJECTE D'AUTOMATITZACIÓ DEL PROCÈS D'ALIMENTACIÓ DE LES AMASSADORES D'UNA FÀBRICA DE PA

ANNEX III. CÀLCULS DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA D'AUTOMATITZACIÓ EN BAIXA TENSIÓ

Alumne: Pau Ascon Sánchez

Tutor: Santiago Bogarra Rodríguez

18/01/2010



**Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa**

ÍNDEX

Índex	2
Índex de taules	2
Índex de figures	2
1 Càlcul i disseny de la instal·lació elèctrica d'automatització en baixa tensió	3
1.1 Càlculs	3
1.1.1 Descripció de les taules resum de resultats de càlcul	3
1.1.2 Càlcul de la secció dels circuits	4
1.1.3 Taules resum de resultat de càlculs	6
1.1.4 Consum total de la instal·lació	8
1.1.5 Càlcul del desequilibri de la instal·lació	8
1.2 Corbes característiques dels dispositius de protecció	9

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Descripció de la taula resum de resultats de càlcul	4
Taula 2. Taula resum de resultats de càlcul	7
Taula 3. Consum total de la instal·lació	8
Taula 4. Desequilibri de la instal·lació	8

ÍNDEX DE FIGURES

Figura1. Corba característica tipus C.	9
Figura2. Corba característica tipus MA	9
Figura3. Corba característica tipus D.	10

1 CÀLCUL I DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA D'AUTOMATITZACIÓ EN BAIXA TENSIÓ

1.1 CÀLCULS

1.1.1 DESCRIPCIÓ DE LES TAULES RESUM DE RESULTATS DE CÀLCUL

Magnitud	Unitats	Descripció
Un	Volts (V)	Tensió de servei eficaç de línia (400V AC) per circuits trifàsics de potència; de fase (230V AC) per circuits monofàsics de potència; tensió eficaç de fase (24V AC) per circuits monofàsics de maniobra; tensió entre pols (24V DC) per circuits control de corrent contínua.
Pcal	Watts (W o VA)	Potència de càlcul.
In	Amperes (A)	Intensitat nominal eficaç calculada: De línia per receptors trifàsics en CA; de fase per circuits monofàsics en CA.
Mètode		Fa referència al mètode d'instal·lació utilitzat, descrit a la memòria del present projecte, capítol 8 apartat 8.4.2
Iadm	Amperes (A)	Intensitat eficaç màxima admissible del conductor, en règim permanent i a plena càrrega, segons UNE 20460-5-523, i segons UNE-EN 60204-1 per a seccions de conductor inferiors a 1'5mm ² .
Imàx	Amperes (A)	$I_{m\grave{a}x} = I_{adm} \times kT \times K_a \times K_i$ Intensitat eficaç màxima admissible del conductor corregida, per circuits de potència de corrent alterna.
Ka	Adimensional	Factor de reducció per agrupament.
KT	Adimensional	Factor de reducció per temperatura.
Ki	Adimensional	Factor de reducció de valor 0'75, per a tots els circuits, donat que la instal·lació elèctrica s'emplaça en un local amb risc d'incendi o explosió, segons ITC-BT-29 del REBT 2002.
S	mil·límetres quadrats (mm ²)	Secció del conductor triada.
Ltot	Metres (m)	Longitud fins al receptor més allunyat del circuit, des de l'origen de la instal·lació interior (dispositius generals de comandament i protecció, DGMP).
Lcdt	Metres (m)	Longitud del circuit (des del quadre o subquadre origen del circuit fins al receptor més allunyat del mateix).

CdtC	Tant per cent (%)	Caiguda de tensió del circuit en la seva Lcdt.
CdtA	Tant per cent (%)	Caiguda de tensió acumulada: inclou la del propi circuit, més la caiguda de tensió més gran dels circuits que se'n deriven, si n'hi han.
Desequilibri	Tant per cent (%)	Descompensació de càrrega en un subquadre.

Taula 1. Descripció de la taula resum de resultats de càlcul.

1.1.2 CÀLCUL DE LA SECCIÓ DELS CIRCUITS

- • Criteri de la intensitat de curtcircuit per als circuits de potència: 2Q3 i 2Q4, 3Q1, 3Q2, 3Q3, 3Q4, 4Q1, 4Q2, 4Q3 i 5Q1

La secció mínima dels conductors serà:

$$S = \frac{\sqrt{t} \cdot I_{CCMAX}}{K} = \frac{\sqrt{0'02} \cdot 1167}{115} = 1'43mm^2$$

On:

t = Temps de disparada efectiva del dispositiu magnètic de protecció, en segons (s), quan hi circula la intensitat màxima de curtcircuit. Es considerarà el temps de disparada magnètica més extremadament desfavorable d'entre tots els circuits (0'02s), tenint en compte les corbes de disparada de cada circuit: la relació entre la corrent màxima de curtcircuit i el calibre del dispositiu de protecció de cada circuit (vegi's apartat 1.2).

I_{CCMAX} = Intensitat màxima de curtcircuit en el punt d'instal·lació del dispositiu de protecció, en Amperes (A). Aquesta és la consideració més conservadora: a la pràctica s'acostuma a prendre el valor de la $I_{CCFINAL}$, que és la intensitat de curtcircuit propera al receptor, i és menys desfavorable. La justificació del seu valor es detalla a l'apartat 8.2.4 Càlcul de la intensitat màxima de curtcircuit de la memòria.

k = factor de correcció segons el material de l'aïllament del conductor de coure. Per a tots els circuits derivats de l'armari de microingredients, el material aïllant serà el PVC.

- • Criteri de la intensitat de curtcircuit per als circuits de maniobra: 2Q5, 2Q6 i 2Q7

La intensitat màxima de curtcircuit als circuits de maniobra de corrent alterna a 24V que deriven del transformador de maniobra (circuits 2Q5, 2Q6 i 2Q7), es calcularà tenint en compte un curtcircuit a l'origen del secundari del transformador.

La intensitat màxima de curtcircuit serà de:

$$I_{cc_{MAX}} = \frac{Un_s}{X_{cc}} = \frac{Un_s}{\frac{E_{cc} \cdot Un_s^2}{S_n}} = \frac{24}{\frac{0'04 \cdot 24^2}{160}} = 167A$$

On:

S_n = Potència aparent nominal del transformador, en Volt i Ampere (VA).

Un_s = Tensió nominal de secundari del transformador, en Volts (V). El seu valor serà de 24V.

X_{cc} = Reactància de curtcircuit del transformador, en Ohms (Ω). Es menysprearà la resistència de curtcircuit del transformador,

E_{cc} = Tensió de curtcircuit del transformador, en tant per 1. El seu valor hipotètic serà $E_{cc} = 0'04$.

La secció mínima dels conductors serà de:

$$S = \frac{\sqrt{t} \cdot I_{CCMAX}}{K} = \frac{\sqrt{0'02} \cdot 167}{115} = 0'21mm^2$$

On el temps de disparada magnètica t considerat és el més conservador per a una corba de disparada magnètica tipus C, que és la corresponent als dispositius de protecció dels circuits de maniobra.

- Criteri de la intensitat de curtcircuit per als circuits de control: C0, C1 i C2

Es prendrà, a efectes de càlcul de la secció dels conductors, una intensitat típica de 60A durant 25ms. Aquesta és una dada de referència extreta de catàleg de característiques tècniques de les fonts d'alimentació Siemens Sitop 24V 20A.

Per tant, la secció mínima dels conductors serà, considerant la intensitat de curtcircuit màxima a l'origen dels circuits (aquest és el criteri més conservador):

$$S = \frac{\sqrt{t} \cdot I_{CCMAX}}{K} = \frac{\sqrt{0'025} \cdot 60}{115} = 0'08mm^2$$

- Criteris de la intensitat màxima admissible en règim permanent i de la caiguda de tensió, per a tots els circuits:

En primer lloc cal dir que, tot i que la tensió de servei actual és de 400V com a tensió eficaç de línia i 230V com a tensió eficaç de fase, els càlculs de la intensitat nominal dels circuits alimentats amb aquestes tensions, s'efectuaran com a criteri de sobredimensionament, tenint en compte 380V de línia i 220V de fase. D'aquesta manera s'obtidran valors d'intensitat nominal dels conductors lleugerament més elevats que els valors reals, i per tant la secció dels conductors es dimensionarà oferint més seguretat per a la instal·lació i, per tant, per a les persones.

1.1.3 TAULES RESUM DE RESULTAT DE CÀLCULS

Circuit – Receptor	Un	Pcal	In	Mètode	Imàx	S	Lcdt	CdtC	CdtA
2Q3 – Font d'alimentació i altres	220	2003W	11'38	5	14'4	1x2'5mm ² + Nx2'5mm ²	1'0	0'059	2'869
2Q4 – Transformador de maniobra	220	160VA	0'72	5	7'8	2x1'5mm ²	1'0	0'002	0'003
2Q5 – Maniobra AC Armari Micros (Monofàsica 24V)	24	53VA	2'20	5	7'8	2x1'5mm ² +Tx1'5mm ²	3'0	0'438	
2Q6 – Maniobra AC Armari ET1 (Monofàsica 24V)	24	20VA	0,83	3	8'0	2x1'5mm ² +Tx1'5mm ²	10'0	0'403	
2Q7 – Maniobra AC Armari ET2 (Monofàsica 24V)	24	12VA	0'50	3	8'0	2x1'5mm ² +Tx1'5mm ²	10'0	0'248	
CO - Control DC Armari Micros (2Pols DC)	24	150W	6'25	4	7'0	2x0'75mm ²	1'0	1'240	
C1 – Control Armari ET1 (2Pols DC)	24	65W	2'7	2	3'8	2x0'5mm ²	10'0	2'686	
<p>La secció serà de 1'5mm² fins per a la connexió entre armari Micros i armari ET1. A l'interior de l'armari ET1 la secció serà de 0'5mm². La caiguda de tensió indicada és resultat de càlcul amb secció 1'5mm² (és la que té gairebé els 10m de la longitud). La intensitat màxima admissible indicada és per a secció 0'5mm².</p>									

Circuit – Receptor	Un	Pcal	In	Mètode	Imàx	S	Lcdt	CdtC
C2 – Control Armari ET2 (2Pols DC)	24	68W	2'83	2	3'8	2x0'5mm ²	10'0	2'810
<p>La secció serà de 1'5mm² fins per a la connexió entre armari Micros i armari ET2. A l'interior de l'armari ET2 la secció serà de 0'5mm². La caiguda de tensió indicada és resultat de càlcul amb secció 1'5mm² (és la que té gairebé els 10m de la longitud). La intensitat màxima admissible indicada és per a secció 0'5mm².</p>								
3Q1 - Agitador 1 (Potència AC trifàsica)	380	463W	0'83	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'019
3Q2 - Agitador 2 (Potència AC trifàsica)	380	463W	0'83	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'019
3Q3 - Agitador 3 (Potència AC trifàsica)	380	463W	0'83	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'019
3Q4 - Agitador 4 (Potència AC trifàsica)	380	463W	0'83	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'019
4Q1 - Sinfins 1 i 2 (Potència AC trifàsica)	380	563W	1'00	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'023
4Q2 - Sinfins 3 i 4 (Potència AC trifàsica)	380	563W	1'00	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	5'0	0'023
4Q3 - Bomba aspiració línia 1 (Potència AC trifàsica)	380	688W	1'22	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	15'0	0'085
5Q1 - Bomba aspiració línia 2 (Potència AC trifàsica)	380	688W	1'22	1	9'5	3x1'5mm ² + Tx1'5mm ²	15'0	0'085

Taula 2. Taula resum de resultats de càlcul.

1.1.4 CONSUM TOTAL DE LA INSTAL·LACIÓ

L'armari de microingredients és l'armari principal de la instal·lació del present projecte. A continuació es calcularà el seu consum total:

P total (W)	6157
Q total (VAr)	3949
$\overline{\cos \varphi_{TOTAL}} = \frac{\cos \varphi_R + \cos \varphi_S + \cos \varphi_T}{3}$	0'84

Taula 3. Consum total de la instal·lació.

1.1.5 CÀLCUL DEL DESEQUILIBRI DE LA INSTAL·LACIÓ

En primer lloc es calcula la potència activa i reactiva acumulades per fase. En segon lloc, a partir del pas anterior, s'obté el factor de potència de cada fase. En tercer lloc es calcula la intensitat per fase. En quart lloc es calcula la intensitat mitja, i per últim el desequilibri.

Cal esmentar que per al càlcul del desequilibri es prendrà com a consideració que a la base d'endoll 2X1 del circuit 2Q3 s'hi connectarà habitualment l'ordinador portàtil del programador, de manera que la potència de càlcul considerada per a aquest endoll de 10A serà d'uns 65W.

Cal remarcar que dels circuits monofàsics 2Q3 i 2Q4 deriven la resta de circuits de control i maniobra de la instal·lació.

Fase	Circuits monofàsics	Circuits trifàsics	Intensitat total (A)		I_{mitja} (A)	Potència activa (W)	Potència reactiva (VAr)	Cosφ
R	2Q3	3Q1, 3Q2, 3Q3,	I_R	9'0	8'0	1668	1072	0'84
S	2Q4	3Q4, 4Q1, 4Q2,	I_S	7'7		1418	934	0'83
T		4Q3, 5Q1	I_T	7'3		1368	848	0'85
$desequilibri(\%) = \frac{ I_{\max(R,S,T)} - I_{mitja} }{I_{mitja}} = 12\%$								

Taula 4. Desequilibri de la instal·lació.

1.2 CORBES CARACTERÍSTIQUES DELS DISPOSITIUS DE PROTECCIÓ

- Corba tipus C corresponent als circuits 2Q3, 2Q5, 2Q6 i 2Q7:

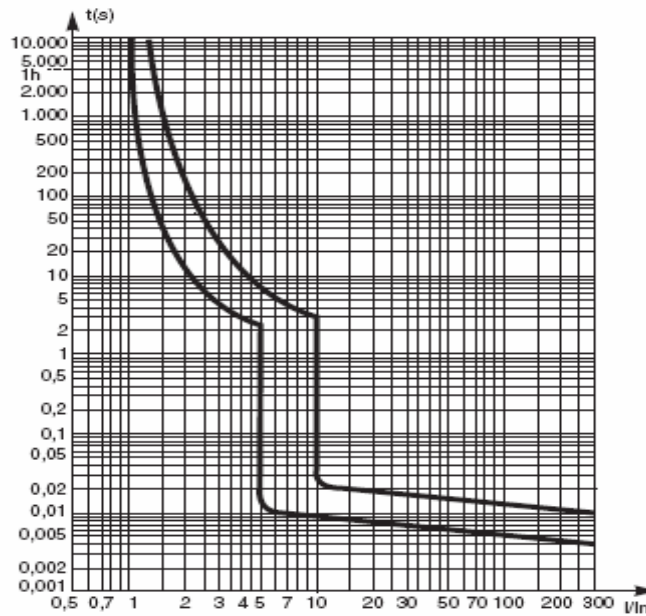


Figura1. Corba característica tipus C.

- Corba tipus MA corresponent al circuit 2Q4:

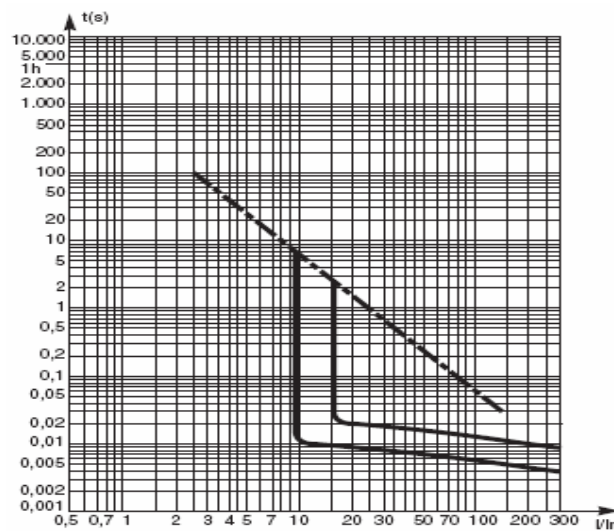


Figura2. Corba característica tipus MA.

- Corba tipus D corresponent als circuits 3Q1, 3Q2, 3Q3, 3Q4, 4Q3 i 5Q1:

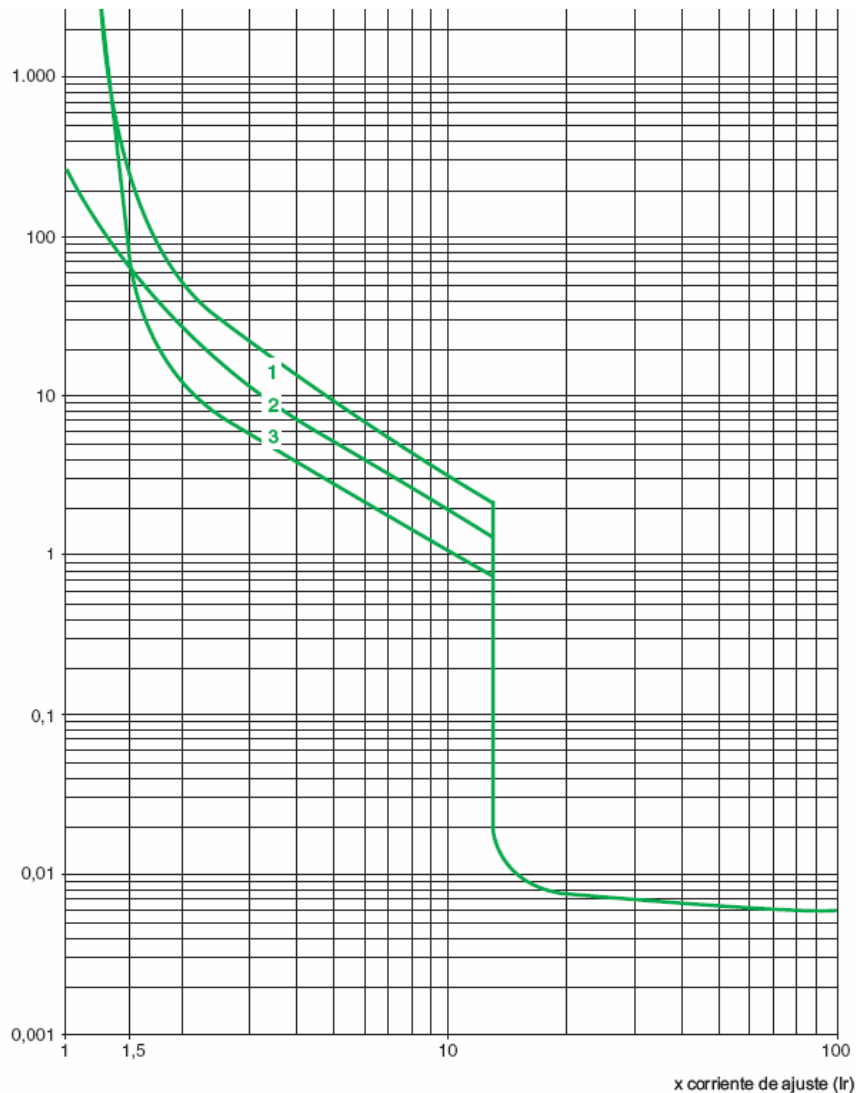


Figura3. Corba característica tipus D.

Com es pot observar a la figura superior, la corba D permetrà, donat que la corrent tèrmica ajustada serà d'1A, que fins i tot en cas extrem on les corrents d'arrencada dels motors fóra de $8 \cdot I_n$ del motor més potent (8A; el qual correspondria a $8 \cdot I_r$), el temps de disparada magnètica seria superior a 1s, essent aquest un temps molt superior al temps necessari per assolir el règim nominal del motors del present projecte. No hi hauria, per tant, interrupcions indesitjades a l'arrencada directa dels motors.