

Documentació tècnica de les instal·lacions elèctriques especials

Adolf Maria Iglesias Estradé, Carles Revert Boix

Instal·lacions elèctriques especials

Índex

Introducció	5
Resultats d'aprenentatge	7
1 Memòria tècnica de disseny d'instal·lacions especials	9
1.1 Execució i tramitació de les instal·lacions	9
1.2 Requisits específics per a la tramitació de les instal·lacions elèctriques especials	10
1.2.1 Verificacions que cal fer en les instal·lacions especials	11
1.2.2 Instal·lacions especials que seran objecte d'una inspecció inicial	11
1.3 Organismes competents de la Generalitat de Catalunya	12
1.4 Documentació tècnica d'una instal·lació	13
1.4.1 Instal·lacions especials que requereixen una memòria tècnica de disseny	13
1.5 La memòria tècnica de disseny (MTD)	14
1.6 Impresos obligatoris per tramitar una instal·lació elèctrica que requereixi MTD	15
1.6.1 Imprèss instància (model ELEC1)	15
1.6.2 Esquema unifilar. Model ELEC2	20
1.6.3 Memòria tècnica. Model ELEC3	23
1.6.4 Reglaments de seguretat i el model ELEC5	30
1.6.5 Certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió	33
1.6.6 Manual d'usuari	35
2 Exemples de memòries tècniques de disseny de les instal·lacions especials	37
2.1 Programari i documents oficials	37
2.2 Croquis provisional d'obres ($P < 50$ kW)	38
2.3 Metodologia per emplenar el model ELEC-3 (memòria tècnica)	41
2.3.1 MTD. Part 1: potències i intensitats de cada línia	42
2.3.2 MTD. Part 2: seccions dels cables	43
2.3.3 Part 3: caigudes de tensió	44
2.3.4 MTD. Part 4: propietats de la instal·lació	46
2.3.5 MTD. Part 5: esquema unifilar i proteccions	48
2.3.6 El terra i l'aïllament de la instal·lació	52
2.3.7 ELEC-5 Instal·lacions subjectes a reglaments específics	54
2.4 Indústria general ($P < 20$ kW)	54
2.4.1 Previsió de càrregues	56
2.4.2 Les seccions dels cables	57
2.4.3 Caigudes de tensió	59
2.4.4 Propietats de la instal·lació	60
2.4.5 Proteccions i esquema unifilar de la instal·lació	61
2.4.6 Terra i aïllament de la instal·lació	63
2.4.7 Els altres documents ELEC	64

Introducció

Per poder donar una instal·lació elèctrica per acabada cal seguir una sèrie de processos administratius que permeten posar en servei la instal·lació amb totes les garanties necessàries tant des del punt de vista de la seguretat elèctrica, com des del punt de vista de la fiabilitat i la qualitat en el muntatge.

Les instal·lacions elèctriques especials sostenen unes particularitats tècniques molt específiques que les converteixen en especialment sensibles a l'entorn o a les característiques d'ús. L'aplicació dels requeriments particulars de les instal·lacions en funció de les seves condicions ambientals o d'ús és responsabilitat de l'instal·lador autoritzat o del tècnic col·legiat que dirigeix l'obra.

La capacitat del personal autoritzat és àmpliament contrastada i avaluada en el procés d'obtenció de la certificació necessària per muntar i fer les instal·lacions electrotècniques en baixa tensió. Això no obstant, els riscos tant personals com materials associats a una mala interpretació de les condicions d'una instal·lació elèctrica especial o les conseqüències d'una mala praxi en el muntatge són enormes i no és admissible deixar-los sense un cert control de l'Administració. Cal establir un procediment que garanteixi l'adaptació de les instal·lacions elèctriques especials als requeriments que estableix el Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT). Aquest procediment ha d'implicar obligatòriament agents externs que inspeccionin les instal·lacions i en comprovin l'execució correcta. Aquests agents externs són els responsables de verificar la realització correcta de la instal·lació i d'aprovar-ne la posada en servei posterior.

El Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT) és un text normatiu d'àmbit estatal. En l'ordenació territorial actual, algunes de les competències pròpies de l'Estat són transferides a les autonomies i, en conseqüència, l'organització administrativa de determinats aspectes públics varia en funció de la zona geogràfica dins la península Ibèrica. A Catalunya, l'administració autonòmica rau en mans de la Generalitat de Catalunya, la qual és competent en termes de distribució d'energia elèctrica en baixa tensió. Per tant, el REBT també cedeix a les administracions autonòmiques la potestat de control i d'inspecció de les instal·lacions elèctriques. I, d'aquesta manera, és la Generalitat de Catalunya la que ha d'actuar com a agent extern en les tasques de comprovació prèvies a l'autorització de la posada en servei d'una instal·lació. El procediment global que s'ha de seguir, però, està determinat pel REBT i és comú a totes les administracions autonòmiques.

Dins del procediment que estableix el Reglament hi ha una documentació obligada que cal entregar a les administracions competents per sol·licitar l'autorització d'una instal·lació. Atès que l'objectiu final d'aquests tràmits administratius és assegurar que s'han complert tots els requisits tècnics previstos en les instruccions tècniques complementàries, el document central de tot el procediment adminis-

tratiu han de ser uns fulls en els quals es detallaran totes les característiques elèctriques i de titularitat de la instal·lació. Es tracta de la **memòria tècnica de disseny** (MTD), en la qual es reuneixen totes les dades necessàries per establir la viabilitat i la fiabilitat de la instal·lació.

En la unitat “Documentació tècnica de les instal·lacions elèctriques especials” es mostra quins són els processos necessaris perquè una instal·lació elèctrica pugui entrar en servei i com cal tramitar-los davant l’Administració. També es mostra com s’emplenen les memòries tècniques de disseny corresponents a les instal·lacions elèctriques en locals especials o d’ús especial, els càlculs que cal fer i la distribució adequada de la informació.

L’apartat “Memòria tècnica de disseny d’instal·lacions elèctriques especials” se centra en els continguts dels diferents documents que conformen l’MTD. Hi ha diferents documents que corresponen a diferents models que es troben a disposició de les empreses instal·ladores per mitjà dels organismes competents de l’administració autonòmica. Cada model té una finalitat diferent i en aquest apartat els aprendreu a identificar i a emplenar, aprendreu quina és la informació que cal aportar i de quina manera l’obtindreu, i els passos que cal seguir per a la tramitació administrativa de la instal·lació un cop redactada tota la documentació.

L’apartat “Procediment d’elaboració de la memòria tècnica de disseny d’instal·lacions elèctriques especials” és més pràctic i se centra a mostrar amb detall tots els passos necessaris per a l’elaboració de la memòria tècnica de disseny. Per fer-ho es prendran com a exemple dos tipus diferents d’instal·lacions elèctriques especials: una instal·lació provisional d’obra i una instal·lació d’indústria general. En cada cas es faran tots els càlculs necessaris en funció de les característiques tècniques exposades i, un cop s’hagin obtingut les dades, s’aplicaran a la documentació tècnica concreta en què es requereix la informació.

Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat l'alumne:

1. Fa la memòria tècnica de disseny (MTD) d'una instal·lació elèctrica la qual, en part o en la seva totalitat, és de característiques especials, atenent al REBT.
 - Identifica el tipus d'instal·lació, atenent a l'ús a què es destina, les característiques de l'emplaçament i la potència.
 - Confecciona una petita memòria descriptiva de la instal·lació.
 - Determina la previsió de càrregues d'acord amb el que prescriu el REBT i els requeriments del client.
 - Calcula els paràmetres necessaris per dimensionar la instal·lació.
 - Determina les característiques de la instal·lació de posada a terra.
 - Determina els sistemes d'instal·lació a utilitzar.
 - Selecciona, per mitjà de catàlegs comercials, els materials, equips i dispositius que configuren la instal·lació, a partir dels càlculs fets, l'aplicació de la normativa i reglamentació vigents i els requeriments del client.
 - Dibuixa els croquis o plànols i els esquemes necessaris, utilitzant simbologia normalitzada i reflectint tota la informació necessària.
 - Emplena els impresos normalitzats requerits.
 - Utilitza eines informàtiques de suport per a la confecció dels documents de la memòria tècnica de disseny (MTD).
 - Elabora les instruccions generals per a un ús correcte de la instal·lació i el seu manteniment.
 - Confecciona el pressupost de la instal·lació.
 - Mostra iniciativa i autonomia.

1. Memòria tècnica de disseny d'instal·lacions especials

Els requisits que cal aplicar en les instal·lacions elèctriques especials són molt nombrosos i presenten característiques força diverses. Les prescripcions que estableixen les diferents instruccions tècniques són mesures necessàries per a un funcionament correcte del servei, però també són uns elements de seguretat i de prevenció dels riscos elèctrics associats a la instal·lació.

Per aquesta raó i a fi d'assegurar que es compleixen totes les condicions que estableix el Reglament electrotècnic i poder donar garanties del seu funcionament correcte, l'Administració necessita poder disposar de totes les dades en les quals s'ha basat la instal·lació per atorgar el vistiplau, i autoritzar-ne la posada en marxa.

1.1 Execució i tramitació de les instal·lacions

Per **tramitar** davant de l'Administració les **instal·lacions elèctriques** de qualsevol tipus i, en conseqüència, també les instal·lacions especials, i d'aquesta manera poder entrar legalment en servei cal complir els **requisits** que a aquest efecte prescriu la instrucció ITC-BT-4.

Els requisits específics depenen del tipus d'instal·lació i de les seves característiques. Hi ha, però, un procediment que és comú per a totes les instal·lacions.

La figura 1.1 mostra de manera sintètica quins són els passos que cal seguir per obtenir l'autorització administrativa per a la posada en funcionament d'una instal·lació elèctrica.

En primer lloc, un cop enllestida l'execució de l'obra, l'instal·lador ha de dur a terme les **verificacions necessàries** per assegurar que es compleixen totes les característiques de la instal·lació segons les prescripcions que estableix el Reglament, com també les condicions d'ús redactades en les especificacions pròpies del servei.

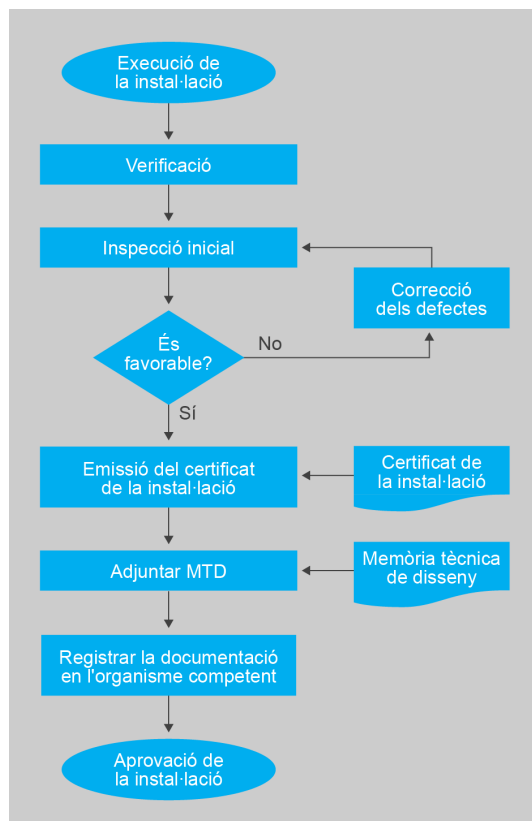
La instal·lació muntada i verificada, ha de passar posteriorment la **inspecció inicial** que du a terme un organisme de control associat a l'Administració. La intenció d'aquesta inspecció és comprovar que la verificació anterior de l'instal·lador o el tècnic autoritzats s'ha fet d'acord amb la normativa vigent i compleix tots els requisits establerts. L'exigència d'aquesta inspecció només és d'aplicació en determinades instal·lacions, segons es regula en l'apartat 4.1 de la instrucció ITC-BT-5.

Les instal·lacions elèctriques s'han de verificar seguint la metodologia de la norma UNE 20460-6-61.

Amb l'**aprovació** de l'inspector, l'instal·lador ha d'emetre un **certificat d'instal·lació**, que és el **document acreditatiu** d'haver seguit tots els passos anteriors, i aportar una sèrie de dades tècniques relatives a la instal·lació.

Finalment, cal **registrar el certificat d'instal·lació** davant de l'òrgan competent de la comunitat autònoma, en el cas de Catalunya el Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat, juntament amb un annex en el qual s'hi inclou informació d'interès per a l'usuari i la documentació tècnica corresponent.

FIGURA 1.1. Procediment per a la tramitació de les instal·lacions elèctriques davant de l'òrgan competent de l'Administració



1.2 Requisits específics per a la tramitació de les instal·lacions elèctriques especials

La **verificació i la inspecció** de les instal·lacions elèctriques depèn de les característiques de la instal·lació. Segons quines siguin les especificitats de cada instal·lació, el **Reglament determina** en quins casos **cal dur a terme inspeccions inicials** i en quins no, i quin ha de ser **el tipus de verificacions** que cal efectuar.

En el cas concret de les **instal·lacions elèctriques especials**, les verificacions a efectuar han de complir amb les prescripcions que s'especifiquen en les instruccions tècniques d'aplicació, i en conseqüència els processos de verificació i inspecció inicial n'han de garantir el compliment.

1.2.1 Verificacions que cal fer en les instal·lacions especials

Segons la norma UNE 20460-6-61, que regula les verificacions que cal efectuar en les instal·lacions elèctriques, qualsevol instal·lació elèctrica ha de ser verificada durant el muntatge i/o un cop finalitzat, sempre que sigui raonablement practicable, per una persona qualificada competent en la matèria. I, a la conclusió de la verificació, s'ha d'emetre un informe.

La norma que regula les verificacions que cal efectuar a les instal·lacions elèctriques és la norma UNE 20460-6-61.

En les **instal·lacions elèctriques de baixa tensió**, l'**informe** que cal emetre és el **certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió** segons el model que apareix a l'Oficina de Gestió Empresarial.

També segons la norma UNE 20460-6-61, els aspectes d'una instal·lació que s'han de verificar, en la mesura que siguin aplicables, són els següents:

- Mètodes de protecció contra els xocs elèctrics
- Presència de tallafocs i altres precaucions contra la propagació del foc
- Selecció dels conductors en funció de la capacitat de transport de l'energia elèctrica i la caiguda de tensió
- Tria i muntatge dels elements de protecció i supervisió
- Presència i ubicació correcta dels elements de seccionament
- Selecció de les mesures de protecció dels equips i la instal·lació contra les influències atmosfèriques externes
- Identificació dels conductors neutre i de protecció
- Accessibilitat quant a la comoditat en les maniobres
- Presència de diagrames, advertències i qualsevol mena d'informació necessària
- Adequació de les connexions dels conductors
- Identificació dels circuits, de les connexions, dels dispositius de protecció, etc.

1.2.2 Instal·lacions especials que seran objecte d'una inspecció inicial

El sentit de les inspeccions inicials és obtenir de l'Administració la garantia que en entrar en servei les instal·lacions elèctriques no representen cap risc. Atès que fer una inspecció inicial a totes les instal·lacions que es registren seria impossible

pel cost elevat que tindria, el Reglament en determina un conjunt que, per les seves característiques d'ús i/o per la potència que consumeixen, representen un risc elevat respecte la resta.

Segons aquest criteri, han de ser objecte d'inspecció inicial, un cop executades i abans de ser documentades davant l'òrgan competent de l'Administració, les instal·lacions compreses en les instal·lacions elèctriques especials que detalla la taula 1.1.

TAULA 1.1. Instal·lacions elèctriques especials que s'han de sotmetre a una inspecció inicial

Tipus de local especial	Característiques
Locals molls	P > 10 kW
Piscines	P > 10 kW
Instal·lacions d'enllumenat exterior	P > 5 kW

Observeu que el **factor determinant** a l'hora d'escollir quines instal·lacions especials han de ser objecte de la inspecció inicial és la **potència consumida**, perquè aquest és l'element que incrementa més notablement l'efecte nociu dels riscos elèctrics propis de cada servei.

1.3 Organismes competents de la Generalitat de Catalunya

Les competències en matèria d'instal·lacions elèctriques en baixa tensió s'han transferit a les administracions autonòmiques.

Compte!

Atesa la transferència de competències, el Reglament electrotècnic no pot especificar quin és l'organisme encarregat de la tramitació dels expedients, sinó que es refereix simplement a l'organisme competent en la matèria.

La Generalitat de Catalunya és l'organisme competent que té les responsabilitats assignades en matèria d'energia elèctrica al territori corresponent a la comunitat autònoma catalana i ha d'executar les seves competències per mitjà de diferents departaments de la seva organització o per mitjà d'entitats reconegudes.

Les **entitats d'inspecció i control (EIC)** són els organismes concessionaris de les administracions autonòmiques acreditats per a la inspecció periòdica d'instal·lacions de baixa tensió. En l'àmbit català les entitats d'inspecció i control reconegudes pel Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat són les següents:

- **ICICT, SA**
- **ECA, SA (entitat col·laboradora de l'Administració)**

L'**organisme competent** per tramitar la instal·lació elèctrica en baixa tensió és l'**Oficina de Gestió Empresarial (OGE)** de la Direcció General d'Energia i

Mines del Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya, la qual s'encarrega de tramitar i aprovar la posada en servei d'instal·lacions elèctriques un cop executades.

1.4 Documentació tècnica d'una instal·lació

La **documentació** que ha d'acompanyar qualsevol instal·lació elèctrica pot ser, segons la **ITC-BT-04**, de dues modalitats diferents: un **projecte** o una **memòria tècnica de disseny** (MTD).

Totes dues documentacions han de ser redactades, i han de ser signades, per un tècnic titulat acreditat que hagi estat reconegut per l'òrgan competent de l'Administració per a fer aquestes tasques.

La **titulació tècnica de grau mitjà en instal·lacions elèctriques i automàtiques** acredita els coneixements necessaris per a la redacció d'una memòria tècnica de disseny (MTD) però no és suficient per a la redacció de projectes. Per tant, aquí ens centrarem en la modalitat d'MTD com a documentació a elaborar en les instal·lacions elèctriques.

1.4.1 Instal·lacions especials que requereixen una memòria tècnica de disseny

L'apartat 3 de la **ITC-BT-04** detalla quines són les característiques de les instal·lacions que requereixen un projecte per tramitar-les.

No hi ha cap llista exhaustiva d'instal·lacions elèctriques per a les quals sigui necessària una memòria tècnica de disseny (MDT), sinó que la ITC-BT-04 es limita a interpretar que, a fi i efecte de la tramitació final, només necessiten una memòria tècnica de disseny les instal·lacions per a les quals **no cal un projecte**.

La taula 1.2 mostra quines d'entre les instal·lacions elèctriques especials necessiten un projecte per a la seva tramitació.

TAULA 1.2. Instal·lacions elèctriques especials per a les quals cal un projecte

Grup	Tipus d'instal·lació	Límits
B	Locals humits, polsegosos o amb risc de corrosió	P > 10 kW
C	Locals molls	P > 10 kW
D	Instal·lacions de caràcter temporal	P > 50 kW

TAULA 1.2 (continuació)

Grup	Tipus d'instal·lació	Límits
J	Instal·lacions en màquines elevadores	sense límit de potència
J	Instal·lacions amb tensions especials	sense límit de potència
J	Tanques elèctriques	sense límit de potència
J	Instal·lacions destinades a rètols lluminosos tret les que es consideren instal·lacions de baixa tensió segons el que estableix la ITC-BT-44	sense límit de potència
K	Instal·lacions d'enllumenat exterior	P > 5 kW
N	Instal·lacions en piscines i fonts	P > 5kW

Per a la resta d'**instal·lacions especials** no indicades en la taula 1.2 i estudiades en el mòdul cal fer una **MTD** a efectes de la seva tramitació i aprovació posterior.

1.5 La memòria tècnica de disseny (MTD)

La **memòria tècnica de disseny** és la documentació tècnica que cal presentar a l'Administració per rebre l'autorització de la posada en **funcionament de la instal·lació**. Aquesta documentació ha d'acompanyar el **certificat d'instal·lació**, que és el document acreditatiu d'haver seguit amb resultats favorables tots els passos necessaris previs a la posada en servei.

L'MTD està formada per diversos impresos que cal emplenar adequadament amb la informació tècnica corresponent segons les característiques de la instal·lació.

L'instal·lador autoritzat o el tècnic competent encarregat d'emplenar els impresos és el responsable en última instància de la veracitat de la informació que contenen.

L'MTD ha d'incloure la informació següent, distribuïda en dos grups segons la finalitat:

- **Dades amb finalitats administratives:**
 - Les dades referents al propietari de la instal·lació.
 - La identificació de la persona que signa la memòria, és a dir, de l'instal·lador autoritzat o del tècnic competent, i la justificació de la seva competència, segons ho estableix l'apartat 4.2 de la ITC-BT-03.
 - Les dades sobre l'emplaçament de la instal·lació.
 - L'ús que està previst fer de la instal·lació.
- **Dades amb finalitats tècniques:**

- La relació nominal de tots els receptors que s’instal·laran.
- Els càlculs justificatius.
- Una breu memòria descriptiva en la qual es descriu l’evolució de la instal·lació i totes les possibles incidències.
- Un esquema unifilar de la instal·lació.
- Les característiques dels dispositius de tall i protecció adoptats.
- Els punts d’utilització.
- La secció que tenen els conductors.

1.6 Impresos obligatoris per tramitar una instal·lació elèctrica que requereixi MTD

La Direcció General d’Energia i Mines del Departament d’Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya, com a organisme competent en matèria d’instal·lacions elèctriques de baixa tensió, per mitjà de la seva **Oficina de Gestió Empresarial**, disposa d’uns impresos que serveixen com a base per a la tramitació dels expedients d’una instal·lació elèctrica. En aquests impresos obligatoris han d’aparèixer les dades necessàries que l’MTD ha d’incloure.

Els impresos, la majoria accessibles per mitjà de la pàgina web del Departament, són els següents:

- Imprès instància. Model ELEC-1
- Certificat d’instal·lació elèctrica de baixa tensió
- Memòria tècnica: esquema unifilar. Model ELEC-2
- Memòria tècnica: memòria tècnica. Model ELEC-3
- Reglaments de seguretat. Model ELEC-5
- Manual d’usuari

1.6.1 Imprès instància (model ELEC1)


El primer imprès que analitzarem és l’anomenat *model d’instància*. Tal com sabem, la memòria tècnica de disseny (MTD) ha d’incloure les dades tant de l’instal·lador com del propietari o el titular de la instal·lació. Com en qualsevol altre tràmit de l’Administració, es tracta de presentar qui és l’emissor de la informació i informar sobre quina és la finalitat de la tramitació a l’organisme que la rep.

En la secció “Annexos” del web del mòdul trobareu el formulari que cal fer servir per emplenar l’imprès.

Una **instància** és una sol·licitud escrita feta per un **particular** a l'**organisme** de l'Administració competent en una matèria de tramitació prevista per la normativa vigent.

Les dades que cal incloure en el model ELEC1 s'organitzen segons la modalitat de la informació que cal adjuntar. En la figura 1.2 trobareu un exemple del document que es pot descarregar des de l'Oficina de Gestió Empresarial, i que és el document que us ha de servir de model.

FIGURA 1.2. Model ELEC-1 de l'imprès d'instància



Generalitat
de Catalunya

Segell i data d'entrada

BAIXA TENSIÓ

TITULAR
Nom _____
DNI o NIF _____ Tel. _____
Adreça _____
Població _____
CP _____ Província _____
La persona que subscriu MANIFESTA que són certes les dades de la instal·lació elèctrica descrita, la qual desitja posar en funcionament previs els tràmits corresponents.
(Signatura de la persona titular) _____

REPRESENTANT I ADREÇA PER A NOTIFICACIONS
Nom _____
Adreça _____
Població _____
CP _____ Província _____
Telèfon _____

EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ
Adreça _____
Població _____
CP _____ Província _____

CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

ÚS A QUÈ ES DESTINA		SUPERFÍCIE	m ²
AMB PROJECTE	<input type="checkbox"/>	AMB MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY	<input type="checkbox"/>
INSTAL·LACIÓ			
NOVA	<input type="checkbox"/>	AMPLIACIÓ	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	REFORMA	<input type="checkbox"/>
INTERRUPTORS DIFERENCIALS	CIRCUIT	NOMBRE	In
			A mA
			A mA
TENSIÓ	V	SECCIÓ DE LA DERIVACIÓ INDIVIDUAL	mm ²
INTENSITAT INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	A	RESISTÈNCIA DE TERRA DE PROTECCIÓ PREVISTA	Ω
POTÈNCIA/POTENCIA	MÀXIMA ADMISSIBLE		kW
	A INSTAL·LAR		kW

Empresa distribuïdora d'energia _____

EMPRESA INSTAL·LADORA
Nom _____
Núm. de Registre _____
Categoria: Bàsica Especialista
Adreça _____
Població _____ Telèfon _____

MAINTENIMENT (Conservador inicial)
Nom _____
Núm. de Registre _____
Categoria: BÀSICA ESPECIALISTA

Núm. expedient BT /

Núm. Registre Industrial REIC

TIPUS DE TRÀMIT
 Nova instal·lació Ampliació
 Modificació o reforma Canvi de nom

PROJECTE
Autor _____
Adreça _____
Població _____ Tel. _____
Col·legi oficial _____

CERTIFICAT DE DIRECCIÓ I ACABAMENT D'OBRA
Autor _____
Adreça _____
Població _____ Tel. _____
Col·legi oficial _____

REBUT núm.	IMPORT EUROS
	TAXA
	TARIFA

CONTROLS	INSPECTOR	CONFORME
Documentació tècnica		
Instal·lació		

DOCUMENTS PRESENTATS
PER TOT TIPUS DE TRÀMIT
 Impresos model ELEC 1
 Impresos model ELEC 5
 Certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió
 Fotocòpia DNI o NIF Titular

EN EL CAS D'INSTAL·LACIONS AMB PROJECTE, AFEGIR-HI
 Projecte
 Certificat de direcció i acabament d'obra
 Contracte de manteniment quan s'escaigui
 Certificat d'inspecció inicial quan s'escaigui, amb qualificació favorable
EN EL CAS D'INSTAL·LACIONS AMB MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY, AFEGIR-HI
 Esquema i memòria models ELEC 2 i ELEC 3
 Croquis de l'emplaçament
 Croquis del traçat de la instal·lació
EN EL CAS D'AMPLIACIÓ O REFORMA, AFEGIR-HI
 Fotocòpia inscripció instal·lació existent

Nom _____
responsable de l'oficina receptora de ENTITAT D'INSPECCIÓ I CONTROL
CERTIFICA que en la data del Registre d'Entrada de l'encapçalament s'ha rebut la documentació indicada al requadre de DOCUMENTS PRESENTATS corresponent a la instal·lació descrita.

(Segell i signatura de la persona receptora)

CONFORME

Model ELEC 1 - IMPRÈS-INSTÀNCIA. Imprimir 3 còpies : per al Departament de Treball i Indústria, EIC; interessat

El titular. Aquí cal incloure les dades de la persona física o jurídica que és propietària o titular de la instal·lació, i és la que presenta la documentació corresponent davant l'Administració per posar en funcionament els tràmits corresponents. De les dades corresponents al titular de la instal·lació cal aportar el nom i els cognoms, el DNI o NIF, el número de telèfon i el domicili habitual del propietari (i que **no** és l'adreça de la instal·lació).

Juntament amb les dades personals, el propietari o titular ha de manifestar la veracitat de totes les dades que s'hi inclouen. D'aquesta manera assumeix la responsabilitat administrativa en cas de possibles frau o enganys que es produeixin com, per exemple, la declaració d'una potència inferior a la que realment es consumeix per reduir posteriorment el cost de la part de potència en la factura de la llum.

La responsabilitat de l'instal·lador es limita a aspectes tècnics.

Delegació del tracte amb l'Administració

Es cas de voler delegar la comunicació amb l'Administració en una persona diferent del titular de la instal·lació, es permet el nomenament d'un representant que faci les funcions d'intermediari entre tots dos actors.

L'**intermediari** és una figura que normalment apareix quan el titular de la instal·lació és una persona jurídica i el seu representant ha de ser el gerent en cas d'una empresa, o el president o director en cas d'altres institucions.

Emplaçament de la instal·lació. En aquest apartat es detalla l'adreça de la instal·lació elèctrica que és objecte de la tramitació. Pot coincidir amb l'adreça del titular en cas que la instal·lació l'hagi fet al seu domicili habitual.

Característiques de la instal·lació. En aquest apartat heu d'incloure un conjunt de característiques tècniques genèriques que serveixen per identificar la instal·lació en el seu conjunt, les quals són:

- **Ús que està previst fer de la instal·lació.** Si es tracta d'una instal·lació ubicada en un local, també cal afegir la superfície en metres quadrats que ocupa. Dins dels usos que es poden fer d'una instal·lació elèctrica, si ens referim a instal·lacions elèctriques especials, podeu trobar qualsevol de les aplicacions que heu vist fins ara. Així, per exemple, hi podeu consignar piscines, fires i estands, tanques elèctriques per al bestiar, establiments agrícoles i hortícoles, instal·lacions provisionals d'obra o màquines d'elevació i transport.
- **Tipus de documentació tècnica.** En la instància també heu d'indicar si la instal·lació requereix un projecte o n'hi ha prou amb la memòria tècnica de disseny (MTD). Per això cal marcar amb una creu l'opció que escaigui.
- **Tipus d'instal·lació.** En aquest apartat heu d'especificar si es tracta d'una reforma, una ampliació o una instal·lació de nova creació.

Les **característiques elèctriques d'un interruptor diferencial** són el corrent nominal que hi circula, el nombre de polsos que el formen i el corrent residual que dispara la protecció.

Característiques tècniques de la instal·lació. Aquí heu d'aportar les característiques de la instal·lació següents:

- Característiques dels interruptors diferencials i el seu nombre. En aquest punt cal incorporar el nombre total d'interruptors diferencials de què disposa la instal·lació i les seves característiques elèctriques.
- Tensió de servei de l'alimentació de la instal·lació. La tensió a la qual s'alimenta el circuit de la instal·lació. Normalment treballarem a 230 V o 400 V eficaços, però cal recordar que en les instal·lacions especials també treballem a tensions de servei baixes o molt baixes (MBTS). En aquest punt és on caldria especificar-ho.
- Secció de la derivació individual. El model de document parla de la secció de la derivació individual perquè està basat en una instal·lació interior. Tenint en compte que en aquest apartat tractem de les instal·lacions elèctriques especials, hem d'adaptar el contingut a la nostra situació en particular. El que cal indicar aquí és la secció del cable que subministra el corrent principal de la instal·lació, com seria el cas de la derivació individual en una instal·lació interior.
- Calibre de l'interruptor general automàtic (IGA) de protecció completa de la instal·lació. Qualsevol instal·lació, especial o no, requereix un element de protecció per sobrecorrent que protegeixi la totalitat del circuit. En aquest quadre heu d'introduir el corrent nominal de l'interruptor automàtic de protecció que calculareu segons el valor de la intensitat màxima admissible de la instal·lació.
- Potència màxima admissible. A l'hora de seleccionar un conductor segons el criteri de la intensitat màxima admissible disposeu de dos valors: el **corrent nominal** de la instal·lació i el **corrent màxim admissible**. La **potència màxima admissible** es basa en la potència que podria circular pel conductor si hi circulés la intensitat màxima admissible. Es tracta d'un bon criteri per triar la **secció d'un conductor**.

El criteri de la potència màxima admissible

Aquest criteri es basa en el valor màxim de corrent que un conductor pot assumir segons unes determinades condicions ambientals. Aquest valor el trobareu en la instrucció tècnica corresponent, segons el tipus d'instal·lació.

- Potència a instal·lar. Es tracta del valor de la **potència nominal** per a la qual ha estat calculat i muntat el circuit de la instal·lació elèctrica.
- Resistència de terra del circuit de protecció. La instal·lació del circuit de protecció i la presa de terra es refereixen a la tensió de l'elèctrode respecte a terra. Aquesta tensió, en el cas de les instal·lacions molles, ha de ser de 24

V enfront dels 50 V de les instal·lacions comunes. El valor de la tensió de contacte es basa en el corrent residual dels interruptors diferencials sobre la resistència de terra del circuit. Aquest valor es pot mesurar amb aparells especials com, per exemple, el tel·luròmetre, o bé us podeu basar en els càlculs teòrics que proposa fer la ITC-BT-18.

Càlcul de la resistència de terra del circuit de protecció

El valor de la **resistivitat** del terreny l'hem de mesurar directament sobre els fonaments de la instal·lació. Si no és possible mesurar-la, la ITC-BT-18 us ofereix uns valors en funció del tipus de terreny en el qual munteu la instal·lació. A partir d'aquests valors, heu d'escollir el tipus d'elèctrodes que voleu fer servir.

En general és costum utilitzar **piques horitzontals** que recorren tot el perímetre del fonament de l'obra, o bé **piques verticals**, col·locades a distàncies superiors al doble de la seva profunditat ($D > 2L$).

Si s'utilitzen piques horitzontals, el valor de la resistència de terra del circuit de protecció serà

$$R = 1,6 \frac{\rho}{L}$$

En canvi, amb les piques verticals el valor de la resistència de terra del circuit de protecció serà

$$R = \frac{\rho}{L}$$

En cas d'instal·lar només una pica vertical i en cas d'instal·lar-n'hi més d'una, la resistència total serà l'equivalent en paral·lel de la resistència particular de cada pica vertical.

$$\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_{pica}}$$

Dades de l'empresa instal·ladora. Es tracta d'incloure les referències administratives de l'empresa que s'ha encarregat de la realització i el muntatge de la instal·lació elèctrica. A part de les dades bàsiques com són el nom de l'empresa i el domicili, també ha de constar la categoria com a instal·lador de baixa tensió.

La **categoria bàsica** permet fer, mantenir i reparar qualsevol instal·lació elèctrica en baixa tensió no reservada a la categoria especialista. Les instal·lacions **reservades a la categoria d'especialista** apareixen detallades en el punt 3.2 de la **ITC-BT-03**.

Tipus d'instal·lació. Cal marcar-hi amb una creu el tipus d'instal·lació que correspongui, segons si es tracta d'una nova instal·lació, de l'ampliació d'una instal·lació, de la modificació o la reforma també d'una instal·lació anterior o simplement del canvi de titularitat del propietari de la instal·lació.

Instal·lacions que requereixen un projecte. En cas de necessitar un projecte, la instància ha d'incloure les dades de l'autor amb el número de col·legiat oficial corresponent que l'acrediti com a competent en la redacció i l'execució de projectes d'instal·lació elèctrica. També s'hi ha d'incloure un document anomenat **Certificat de direcció i acabament d'obra**, que només és obligatori en el cas d'instal·lacions que requereixin projectes.

El projecte...

...només és necessari en determinades instal·lacions elèctriques en raó de la seva funció i el valor de la potència nominal que consumeixen. El punt 3 de la ITC-BT-04 –i la taula 1.3– detallen quines són les instal·lacions elèctriques que requereixen un projecte.

Documents presentats. Cal indicar en la instància els documents que s'hi han annexat. En el cas d'una memòria tècnica de disseny, hi heu de consignar el nom dels documents necessaris, els quals, si ho recordeu, són:

- Imprès del model ELEC1 (instància)
- Imprès del model ELEC2 (esquema unifilar)
- Imprès del model ELEC3 (memòria tècnica)
- Imprès del model ELEC5 (reglament de seguretat)
- Certificat elèctric de baixa tensió
- Croquis de l'emplaçament (informació a l'usuari)
- Croquis del traçat de la instal·lació (informació a l'usuari)

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul trobareu el formulari necessari per emplenar aquest document.

1.6.2 Esquema unifilar. Model ELEC2

El **model ELEC-2**, tal com el podeu veure en la figura 1.3, aporta la informació gràfica de la instal·lació. Consta de dos apartats principals:

- **Representació unifilar** amb les referències de la instal·lació
- **Caixetí**

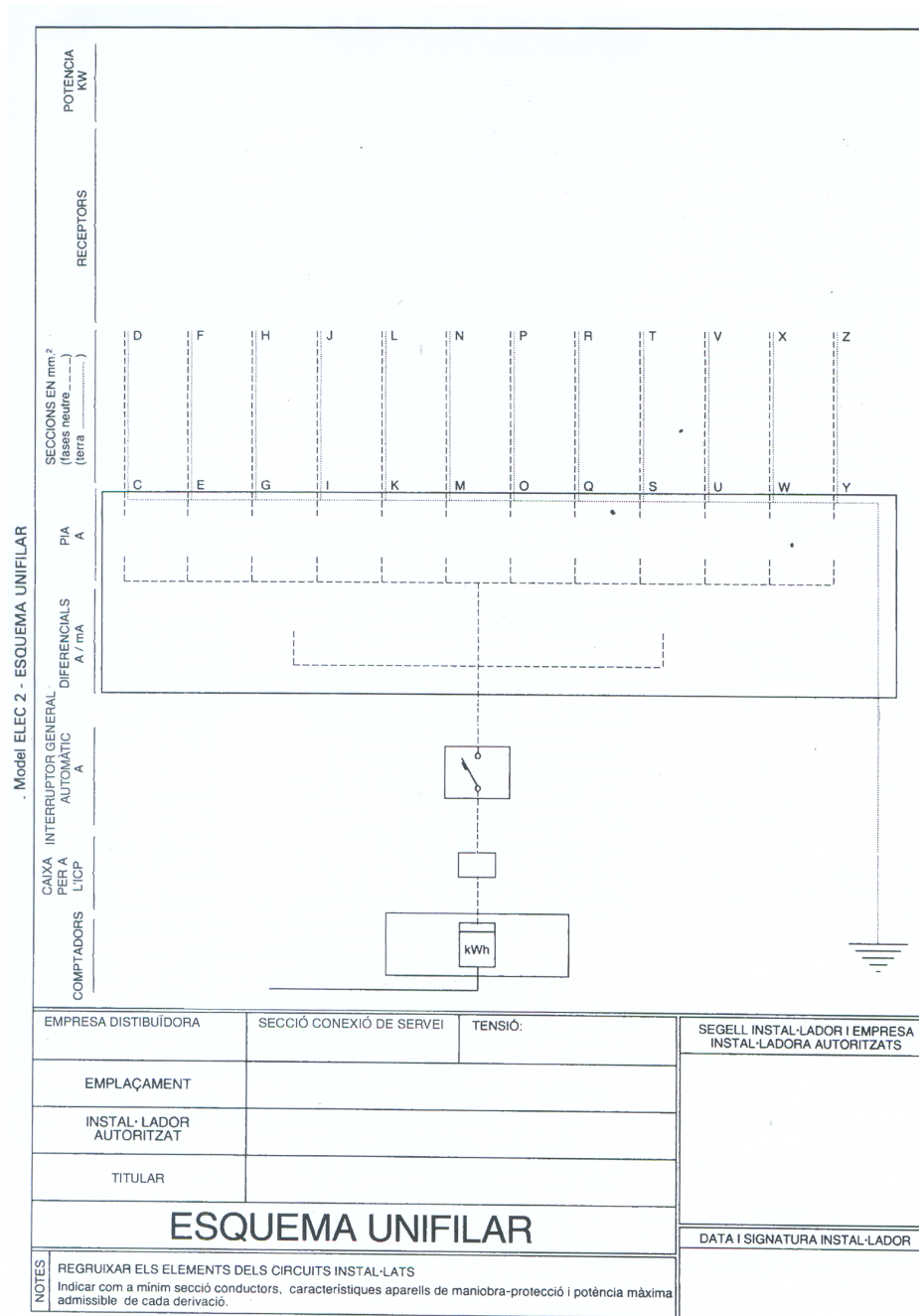
La **representació unifilar** mostra l'**esquema elèctric de la instal·lació**; les referències són la part de l'esquema que ha de permetre, més endavant, localitzar les branques concretes de la instal·lació, i el **caixetí** us informa de les dades administratives de la instal·lació.

Representació unifilar. L'MTD ha d'anar acompanyada de l'esquema unifilar de la instal·lació, és a dir, d'una representació simbòlica de la instal·lació, juntament amb les caixes de connexions i els aparells que la formen.

La **representació unifilar** es basa en tres elements principals:

- **Caixes de connexió.** Són el punt de la instal·lació on s'executen les connexions dels diferents aparells entre ells i amb els cables elèctrics. Es representen amb un punt.
- **Canalitzacions i cables.** L'esquema unifilar és topogràfic, és a dir, representa la instal·lació elèctrica tal com es troba muntada al local. La distribució de l'energia en qualsevol instal·lació elèctrica es fa per mitjà dels cables que circulen a l'interior d'una canalització del tipus que sigui.

FIGURA 1.3. Model ELEC2 corresponent a l'esquema unifilar de la instal·lació



Compte!

En la **representació unifilar**, el conjunt **canal-cable** es representa amb **una sola ratlla**, la qual ressegueix el traçat de la instal·lació, i és creuada per tantes ratlles inclinades com conductors hi circulen.

Una instal·lació **monofàsica** es representa amb una línia recta creuada per dues de transversals que representen el conductor de fase i el neutre.

Una instal·lació **trifàsica sense neutre** es representaria amb una línia recta creuada per tres ratlles transversals que representen les tres fases.

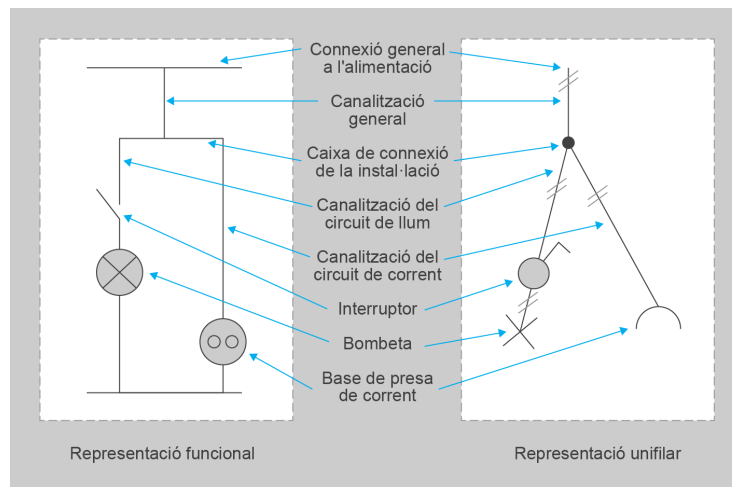
- **Aparells.** Són els elements d'interrupció, maniobra o receptors, que normalment trobareu al final d'una canalització.

L'**esquema unifilar** serveix per saber la localització exacta de les canalitzacions i la seva distribució a l'espai, i també per saber els aparells que hi ha instal·lats.

Un esquema unifilar sempre neix a la caixa de connexió, on s'alimenta la instal·lació. Aquesta part es considera el punt de partida de la representació. A partir d'ella, heu de dibuixar la distribució dels cables segons es faci en la instal·lació i l'esquema ha d'acabar amb el símbol de l'aparell adequat.

La figura 1.4 mostra la representació funcional i unifilar d'un esquema elèctric simple amb un punt de llum i una base de presa de corrent.

FIGURA 1.4. Representació funcional i unifilar d'una instal·lació elèctrica senzilla



L'esquema es pot representar pla o superposat als plànols del recinte, i en la representació unifilar s'utilitza una simbologia específica diferent de la simbologia que s'utilitza en la representació funcional.

Referències. Les referències són les **pautes gràfiques** que us han de servir per localitzar qualsevol element dins l'esquema, i poder-ne fer esment en qualsevol altre document. Comparant-lo amb un atlas geogràfic, les referències serien els nombres i les lletres que quadriculen la pàgina, i serveixen per localitzar qualsevol indret des de l'índex.

Les referències que utilitzareu en una instal·lació seran els **trams** i les **branques**. Cada tram i cada branca han d'anar perfectament identificats amb referències alfanumèriques.

Una **branca** és la part de la instal·lació que s'inicia en una connexió de presa d'alimentació i finalitza en la darrera de les derivacions que alimenten una càrrega. Cada branca la dividireu en diferents trams. Un **tram** és un bocí de la branca comprès entre dues càrregues diferents, dues derivacions diferents o dos aparells diferents d'una mateixa branca.

En el cas que ens ocupa, heu de referenciar els elements de l'esquema unifilar en la memòria tècnica per informar de les característiques tècniques de cada part. Per fer-ho, heu d'utilitzar unes pautes que hi ha en el marge esquerra del quadre

en el qual s'ubica l'esquema. Es tracta d'uns segments identificats amb **parelles de lletres** que es dirigeixen de baix cap a dalt. El dibuix l'heu de representar sempre seguint aquest sentit, de manera que la connexió de la instal·lació amb l'alimentació s'ha de fer sempre en la part baixa de l'esquema. I a partir d'aquest punt s'hi afegiran els elements que formen part de la instal·lació.

En el model subministrat per l'Oficina de Gestió Empresarial i reproduït en la figura 1.3, hi ha un exemple d'**instal·lació interior comuna**, en el qual es poden identificar diferents branques corresponents als diferents circuits interiors de l'habitatge. Així, per exemple, si es pren el circuit C1 com la primera branca, s'hi distingiran els trams següents:

- Comptador d'energia elèctrica
- Interruptor de control de potència (ICP)
- Interruptor general automàtic (IGA)
- Interruptor diferencial (ID)
- Petits interruptors automàtics (PIA)
- Circuit interior (C1)

Caixetí. En el **caixetí** figuren les dades de referència de la instal·lació. En el cas del model ELEC2 de representació unifilar, hi heu d'incloure les dades següents:

- Empresa distribuïdora de l'energia elèctrica.
- Secció de la connexió de servei subministrada per l'empresa distribuïdora.
- Emplaçament de la instal·lació.
- Nom i cognoms del titular de la instal·lació.
- Nom i cognoms de l'instal·lador autoritzat que ha fet la instal·lació.
- Segell de l'empresa instal·ladora.
- Data i signatura de l'instal·lador.

1.6.3 Memòria tècnica. Model ELEC3

La memòria tècnica reflecteix el resultat de tots els càlculs que s'han fet en la fase de disseny de la instal·lació.

En el document de model ELEC3 reproduït en la figura 1.5 apareix una taula, en la qual, en cada filera, hi ha referenciat un segment corresponent a l'esquema unifilar tal com s'ha presentat en el model ELEC2. D'aquesta manera, podeu

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul trobareu el formulari necessari per emplenar aquest document.

afegir informació escrita a la informació gràfica anterior sense perdre la traçabilitat de les dades.

FIGURA 1.5. Model ELEC3 corresponent a l'MTD de la instal·lació

MEMÒRIA TÈCNICA

NÚM. Model ELEC 3 - MEMÒRIA TÈCNICA

TRAM	Càrrega simultània (%)	Potència kW	cos φ	Intens. A	Secció paratge mm ²	Long. m	Moment mec. kW·m	Caiguda de tensió		Caract. conduct.	Tipus de canalitzacions			Aliment. total. kG	Conduc. Nomin. mm ²	Conduc. Protec. mm ²
								parcial (%)	total (%)		TIPUS	tensió nominal d'aliment.	sense tub protector (sistema)			
DERIVACIONS																
Derivació individual (A—B)																
C—D																
E—F																
G—H																
I—J																
K—L																
M—N																
O—P																
Q—R																
S—T																
U—V																
W—X																
Y—Z																

OBSERVACIONS: Grau de protecció d'aparamenta i receptors en locals especials IP —

TITULAR	USA QUE ES DESTINA LA INSTAL·LACIÓ		INSTAL·LACIÓ		SEGELL INSTAL·LADOR I EMPRESA INSTAL·LADORA AUTORIZATS	
EMPLAÇAMENT	NOVA	AMPLIACIÓ	REFORMA			
CARRER	Circuit	Nombre	In	SECCIÓ DE LA DERIVACIÓ INDIV. mm ²		
LOCALITAT	INTERFERENCIAL		A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		
EMPRESA DISTRIBUIDORA	INTERRUPTOR		A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		
CARACTERÍSTIQUES EDIFICI	Potència màxima admissible (1)		A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		
	SUPERFÍCIE LOCAL m ²		A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		
NOTA	Potència a instal·lar		A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		
			A	RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC. Ω		

(1) És la màxima que pot suportar el conjunt de la instal·lació.

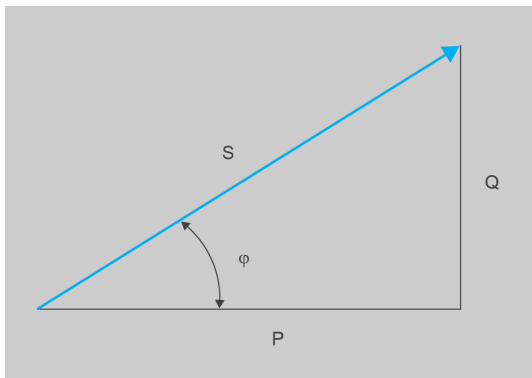
La informació que es requereix per a cada **filera** o, el que és el mateix, per a cada **tram** significatiu de la instal·lació és la següent:

- **Càrrega simultània (%)**. El percentatge de càrrega simultània expressa la part de la instal·lació que es considera que estarà engegada permanentment, és a dir, la part de la potència nominal que la instal·lació consumeix en qualsevol circumstància. Considereu el circuit C3, el qual correspon als receptors que es troben a la cuina. Si el circuit C3 alimenta el forn, la nevera, la rentadora i el congelador, entre d'altres, sabem del cert que ni el forn ni

la rentadora treballaran tot el dia, sinó que només consumiran corrent unes hores determinades al dia. Aquestes hores, en termes percentuals, són les que equivalen al percentatge de càrrega.

- **Potència (kW).** Es tracta de la potència activa nominal de cada circuit, és a dir, el consum elèctric que representa el total dels receptors connectats al circuit. El seu valor es mesura en quilowatts (kW).
- **cos φ .** El **factor de potència** és la relació entre la potència activa del circuit i la potència aparent. Recordem que la potència en els circuits alterns és un vector al qual correspon un mòdul i una fase. Si considereu que el vector de la potència és un triangle –tal com el mostra la figura 1.6–, en el qual la hipotenusa és el mòdul del vector o potència aparent (S), els catets seran la potència activa (P) i la potència reactiva (Q). El **factor de potència** és, doncs, el **cosinus de l'angle de la fase** (φ) i la seva fórmula relaciona P i S . Una instal·lació ideal hauria d'igualar la potència activa amb l'aparent i, en conseqüència, eliminar qualsevol terme de potència reactiva. Per tant, el factor de potència ideal serà 1.

FIGURA 1.6. Triangle de potències



- **Intensitat (A).** La intensitat és el consum en amperes del circuit de la instal·lació. En els casos d'instal·lacions monofàsiques el corrent és el resultat que s'obté a partir de l'equació 1, i en els casos de les instal·lacions trifàsiques, el resultant que s'obté de l'equació 2.

Equació 1 (circuit monofàsic):

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Equació 2 (circuit trifàsic):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

En què P és la potència de la instal·lació en watts (W). V és la tensió eficaç de la instal·lació en volts (V), la qual tindrà un valor de 230 V en el cas dels sistemes monofàsics, i 400 V en el dels sistemes trifàsics. **Cos φ** és el valor del factor de potència, el qual no s'expressa en unitats.

La norma UNE 20460-5-523 substitueix la taula 1.1 de la ITC-BT-19 pel que fa al valor de les intensitats màximes admissibles acceptades pel REBT.

- **Secció per fase (mm²).** La secció en mil·límetres quadrats del cable que subministrarà el corrent als receptors del vostre circuit segons la intensitat expressada anteriorment. En el cas de les instal·lacions d'interior us basareu en el Reglament per saber la intensitat màxima admissible corresponent a cada secció, segons el tipus de cable i el tipus d'instal·lació. En la figura 1.7 trobem indicat el procediment que cal seguir per triar la secció del conductor basat en la norma UNE 20460-5-523 per a un cable monofàsic unipolar instal·lat en un tub i un muntatge superficial amb cobertura de PVC que ha de suportar un corrent de 65 A.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la taula de la norma UNE 20460-5-523, que ha substituït la taula 1.1 de la ITC-BT-19.

FIGURA 1.7. Determinació de la intensitat màxima admissible segons la secció del conductor

Método de instalación de la tabla	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	7	2		3		4		5		6		7	
	PVC3	PVC3	PVC2	PVC2	NLPE3	NLPE3	NLPE2	NLPE2	NLPE3	NLPE3	NLPE2	NLPE2	NLPE2
B1													
C													
E													
F													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm ²													
Cu													
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	63	-
10	39	42	46	50	55	60	63	70	75	80	86	86	-
16	51	54	61	68	75	80	85	94	100	107	115	115	-
25	68	73	80	89	97	110	119	137	147	158	169	185	200
4	-	-	-	110	117	137	147	158	169	185	200	225	242
70	-	-	-	134	141	157	167	179	192	207	225	242	268
95	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310	340
120	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377	410
150	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437	473
185	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504	542	575
240	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575	641	679
Aluminio													
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337	337
150	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389	389	447
185	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447	447	530
240	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530	530	641

- **Punt 1.** En primer lloc, cal escollir el tipus d'instal·lació correcta segons les referències que es descriuen en la taula 1.3. Per a l'exemple exposat en la figura 1.7, la instal·lació ha de ser del tipus B1.

TAULA 1.3. Referències utilitzades en la taula de la norma UNE 20460-5-523 pel que fa al tipus d'instal·lació

Referència de la instal·lació	Descripció
A1	conductors unipolars aïllats en tubs encastats en parets aïllants
A2	cables multiconductors en tubs encastats en parets tèrmicament aïllants
B1	conductors unipolars aïllats en tubs en muntatge superficial o encastats en obra
B2	cables multiconductors en tub en muntatge superficial o encastats en obra
C	cables multiconductors directament sobre paret
E	cables multiconductors a l'aire lliure
F	cables multiconductors en contacte mutu

- **Punt 2.** En la mateixa filera, a continuació triareu el tipus de cobertura del cable (PVC) i exposarem si la instal·lació és monofàsica (PVC2) o trifàsica (PVC3).
- **Punt 3.** Aleshores buscareu la intensitat màxima admissible immediatament superior a la intensitat màxima que circula per la instal·lació.
- **Punt 4.** Finalment, en la mateixa filera, ja podreu determinar la secció final del cable.

Càlcul dels paràmetres màxims d'una instal·lació

També es pot utilitzar la taula 1.3 per saber la intensitat màxima que permet una secció ja coneguda de cable. Primer cal buscar la intersecció de la fila corresponent a la secció del conductor amb la columna que correspon al tipus de conductor i la seva instal·lació. El valor que trobeu expressarà el corrent màxim que es permet al tipus de conductor utilitzat segons la seva secció, el tipus de corrent, la instal·lació i el tipus de cobertura. Aquest valor rep el nom d'**intensitat màxima admissible**.

La intensitat màxima admissible servirà per saber el valor de la potència màxima de la instal·lació, ja que amb aquest valor podeu calcular la potència de la instal·lació segons aquestes dues equacions, la primera en cas d'instal·lacions monofàsiques,

$$P = VI_{max} \cos\varphi$$

la segona per a les instal·lacions monofàsiques

$$P = \sqrt{3}VI_{max} \cos\varphi$$

D'aquesta manera podeu obtenir el valor màxim de potència que pot suportar.

- **Longitud (m)** o la llargada total del conductor des de l'origen fins al darrer dels receptors. El punt de sortida d'un circuit interior és el petit interruptor automàtic (PIA) que el protegeix dels sobrecorrents. En les instal·lacions de distribució com, per exemple, les instal·lacions en parcs de caravanes o en ports i marines, el punt de sortida és el punt de connexió amb l'alimentació.
- **Moment elèctric (kW × m)** d'una línia és el producte de la càrrega elèctrica per la distància des de la càrrega fins a l'origen de la instal·lació o l'origen del tram corresponent al càlcul actual en la memòria tècnica. Es pot considerar com l'equivalent de la línia formada per un únic tram amb una única càrrega al seu extrem. Es calcula segons es mostra en l'equació 3.

Equació 3 (instal·lacions alternes monofàsiques)

$$M = \sum_i L_i V_i I_i \cos\varphi$$

- **Caiguda de tensió.** La caiguda de tensió en una instal·lació elèctrica reflecteix les pèrdues d'energia potencial que hi ha hagut des de l'inici de la instal·lació fins als receptors provocades per les pèrdues resistives i inductives principalment. Es pot mesurar en termes relatius a partir de la diferència del voltatge present entre la tensió a l'inici i al final de la instal·lació, tal como ho mostra l'equació 4; o també es pot mesurar en termes percentuals, si dividim el valor absolut per la tensió nominal, i

La referència de cada tram...

...és la referència creuada que trobareu en l'esquema unifilar del model ELEC2 i que resulta d'utilitat a l'hora de fer esment de cada tram de la instal·lació a la resta de documents.

multipliqueu el quocient obtingut per 100. L'equació 5 presenta la fórmula de càlcul de la diferència de tensió en termes percentuals a partir del valor relatiu. L'MTD us demana les caigudes de tensió a cada punt de la instal·lació en termes percentuals.

Equació 4 (en termes relatius)

$$e = V_{final} - V_{inicial}$$

Equació 5 (en termes percentuals)

$$e(\%) = \frac{V_{final} - V_{inicial}}{V_{nominal}} * 100 = \frac{e}{V_{nominal}} * 100$$

Compte!

En l'MTD sempre es fan servir els valors percentuals i heu de distingir entre la caiguda de tensió parcial i la caiguda de tensió total.

La **caiguda de tensió parcial** és la que es produeix entre el darrer tram d'una mateixa branca de la instal·lació i la càrrega que calculem actualment.

La **caiguda de tensió total** és la suma de totes les caigudes de tensió parcials dels diferents trams de la mateixa branca. Si una instal·lació està formada per tan sols un tram, aquest es correspondrà a la caiguda de tensió de la branca i els valors parcial i total hauran de coincidir.

Atès que la informació de què disposeu us permet saber quina seria la resistència del conductor a través de la secció del cable, la seva longitud i el tipus de material, resoldreu la caiguda de tensió en el cas dels sistemes monofàsics mitjançant l'equació 6, i per mitjà de l'equació 7 en el cas dels sistemes trifàsics.

Equació 6 (sistemes monofàsics)

$$\Delta V(\%) = \frac{2PL}{\gamma SV} \times \frac{100}{V}$$

Equació 7 (sistemes trifàsics)

$$\Delta V(\%) = \frac{PL}{\gamma SV} \times \frac{100}{V}$$

En què P és la potència de la instal·lació en watts (W).

L és la longitud del conductor en metres (m) en el cas de la caiguda de tensió parcial, correspondrà a la distància entre la darrera càrrega i la càrrega actual.

γ és la conductivitat del material conductor en $(m/\Omega \times mm^2)$.

S és la secció del conductor en mil·límetres quadrats (mm^2)

V és la tensió eficaç de la instal·lació en volts (V), el valor de la qual serà de 230 V en el cas dels sistemes monofàsics, i de 400 V en el cas dels trifàsics.

La taula 1.4 mostra els valors de la conductivitat per al coure i l'alumini a diferents temperatures.

TAULA 1.4. Valor de la conductivitat del coure i l'alumini a diferents temperatures

Material	Conductivitat a 20 °C	Conductivitat a 70 °C	Conductivitat a 90 °C
Coure	56	48	44
Alumini	35	30	28

- **Caracteritzar el conductor.** Per caracteritzar un conductor us heu de basar en el fet que està constituït per tres parts bàsiques:

- **L'ànima** és l'element conductor del cable i està constituït principalment per coure (Cu) i alumini (Al).
- **L'aïllament** és la protecció de plàstic que envolta l'ànima i s'encarrega de confinar o modificar les característiques elèctriques i magnètiques dels camps que circulen per l'ànima del cable.
- **La cobertura** és la darrera capa plàstica que cobreix completament el cable i el protegeix contra les condicions ambientals i mecàniques exteriors. Segons les característiques d'un cable, la seva aplicació serà més òptima per a una o altra instal·lació elèctrica especial.

El tipus de cable

El tipus identifica les característiques constructives d'un cable segons els materials que formen la seva cobertura, aïllament i ànima.

Tensió nominal d'aïllament

La **tensió nominal d'aïllament** és el valor màxim de tensió que pot circular per l'interior del cable sense malmetre les propietats dielèctriques del plàstic que el protegeix.

- **Tipus de canalitzacions.** En les instal·lacions elèctriques d'interior us heu de guiar per la ITC-BT-19 per saber la intensitat màxima admissible que pot circular per un conductor en funció de la seva secció i del tipus d'instal·lació que es faci servir en el muntatge. L'efecte del tipus d'instal·lació en el corrent màxim admissible està provocat per la capacitat que el cable té de dissipar la calor generada per l'efecte Joule durant el transport de l'energia elèctrica. Aleshores, els conductors veuran rebaixada la seva intensitat màxima admissible a mesura que el muntatge els tapi i enfonsi, i les seves possibilitats de dissipació aïllant-los de l'aire lliure mitjançant les canalitzacions i el soterrament de la instal·lació. Pel que fa als tipus de canalització, es preveuen els següents:

- Sense tub protector (sistema): muntatge fet a l'aire sense cap canalització.
- Sota tub encastat (\emptyset en mil·límetres): muntatge fet en una canalització enterrada i s'assenyala el diàmetre de la canalització.
- Sota tub sense encastar (\emptyset en mil·límetres): muntatge fet en una canalització en superfície i s'indica el diàmetre de la canalització.
- Conductor enterrat a profunditat (metres): muntatge fet sense cap canalització i amb el cable enterrat a la profunditat que s'assenyala en la memòria tècnica.

- **Aïllament de la instal·lació ($k\Omega$).** És la resistència que presenta el conjunt de la instal·lació en condicions normals de funcionament respecte a l'entorn. Ateses les característiques de tensió de servei de la instal·lació, el

corrent que hi circula trobaria una resistència corresponent a la resistència d'aïllament de la instal·lació si volgués derivar el seu recorregut cap a l'exterior, tot travessant els aïllaments i les cobertures dels cables i tot l'aparellatge.

- **Conductor del neutre (mm²).** La secció del conductor neutre depèn de l'anàlisi dels harmònics que hi ha a la línia. En qualsevol cas, si no es disposa de la informació necessària per fer els càlculs esmentats, cal considerar sempre la secció del conductor neutre amb el mateix valor que la secció dels conductors de fase.
- **Conductor protecció (mm²).** El càlcul de la **secció del conductor de protecció** es basa en la **secció dels conductors de fase** a partir de les condicions exposades en la taula 1.5.

TAULA 1.5. Càlcul de la secció del conductor de protecció en funció de la secció dels conductors de fase

Secció	
conductors de fase	conductor de protecció
$0 \leq S_f < 16$	$S_{cp} = S_f$
$16 \leq S_f < 35$	$S_{cp} = 16$
$S_f \geq 35$	$S_{cp} = \frac{S_f}{2}$

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu el formulari necessari per emplenar el model ELEC5.

1.6.4 Reglaments de seguretat i el model ELEC5

De la mateixa manera que hi ha el Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT), que regula les instal·lacions elèctriques de nova creació i les modificacions de les ja existents, la Generalitat de Catalunya va dictar l'ordenament de tots els aspectes referents a la seguretat industrial en un sol text normatiu. Es tracta de la **Llei 12/2008, de 31 de juliol**, de seguretat industrial, desplegada en el Decret 30/2010, de 2 de març, en el qual s'aprova el Reglament de seguretat industrial.

"La llei defineix un model de gestió de la seguretat industrial que es basa en l'externalització dels serveis d'inspecció sotmesos ara a un règim d'autorització administrativa prèvia i sota el control de l'Administració, que correspon a l'Agència Catalana de Seguretat Industrial i persegueix, pel que fa a la prestació dels serveis d'inspecció, tres objectius essencials: garantir una cobertura territorial adequada, assegurar-ne la qualitat i establir una competència efectiva i lleial entre els operadors."

Decret 30/2010, de 2 de març, de desplegament de la Llei 12/2008 de seguretat industrial, preàmbul.

Com afecta això des del punt de vista de les instal·lacions elèctriques de baixa tensió? La resposta la trobareu en el text del Decret 30/2010 que, en l'annex 2, especifica la relació d'àmbits, corresponents als reglaments tècnics de seguretat industrial, en els quals han d'actuar obligatòriament els organismes de control. Aquests àmbits són els següents:

- Aparells elevadors

- Aparells a pressió

- Alta tensió

- Baixa tensió

- Emmagatzemament de productes químics

- Gasos combustibles

- Instal·lacions frigorífiques

- Instal·lacions tèrmiques als edificis

- Instal·lacions petrolíferes

- Instal·lacions de protecció contra incendis

Si bé l'atenció s'ha de fixar d'entrada en les instal·lacions elèctriques de baixa i alta tensió, cal tenir present que el reglament de seguretat vigent en aquests dos àmbits és el REBT, àmpliament conegut. El punt de mira l'heu de col·locar en la resta d'àmbits, especialment en els que, atès quin és el funcionament, necessiten una alimentació en baixa tensió.

En cas que la instal·lació subministri voltatge a alguns aparells que d'acord amb el reglament de seguretat han d'estar subjectes al control de l'Administració i, per tant, vosaltres sigueu responsables directes o indirectes del seu funcionament, ho haureu de notificar a l'Agència Catalana de Seguretat Industrial, d'acord amb allò que assenyalava el preàmbul del Decret 30/2010. Aleshores el canal de comunicació amb l'Administració en el cas d'aparells subjectes al reglament de seguretat serà el model ELEC5, que es reproduïx en la figura 1.8.

FIGURA 1.8. Model ELEC5 de seguretat industrial

RELACIÓ D'INSTAL·LACIONS AUXILIARS I APARELLS SUBJECTES ALS REGLAMENTS ESPECÍFICS DE SEGURETAT INDUSTRIAL SEGÜENTS:

Núm. d'Expedient BT

- I - Aparells a Pressió (AP)
- II - Aparells d'Elevació i Manutenció (AE)
- III - Gasos Combustibles (GC)
- IV a) - Emmagatzematge de Productes Químics (PQ)
- IV b) - Emmagatzematge de Productes Petrolers (PP)
- V - Fred Industrial (IF)
- VI - Calefacció, Climatització i Aigua Calenta Sanitària (CC)

Que són alimentats o il·luminats per la INSTAL·LACIÓ elèctrica de BAIXA TENSIÓ de la qual n'és TITULAR i que està emplaçada a

Designació del Reglament que l'afecta	Núm. de Referència en els plànols	DESCRIPCIÓ de la instal·lació o Aparell	Núm. de Registre Oficial PLACA (1)	Data de presentació de la Carpeta específica al o EIC
Model ELEC 5 - REGLAMENTS SEGURETAT				

El qui subscriu manifesta que són certes les dades que figuren en la present RELACIÓ

, d de 20

Signat:

DNI

Notes (1) Si és desconegut deixar-ho en blanc

El model ELEC5 consisteix en una **relació d'instal·lacions auxiliars i aparells** subjectes als reglaments específics de **seguretat industrial** que són alimentats per la instal·lació elèctrica de baixa tensió, la posada en servei de la qual voleu tramitar. Es tracta d'un document de compliment obligat tant en el cas d'una memòria tècnica de disseny com en el cas d'un projecte.

En l'imprès haurem de fer constar en primer lloc el número d'expedient de la instal·lació per poder referir els aparells a la referència concreta del nostre muntatge. Tot seguit haureu de detallar cadascun dels aparells que són alimentats des de la instal·lació, tot informant de les dades següents:

- La **designació del reglament** que l'afecta segons la tipologia d'aparells que haureu de considerar i que s'enumeren en la llista que es detalla a continuació:
 - I Aparells a pressió (AP)
 - II Aparells d'elevació i mantenició (AE)
 - III Gasos combustibles (GC)
 - IV Emmagatzematge de productes químics (PQ)
 - IV Emmagatzematge de productes petrolífers (PP)
 - V Fred industrial (IF)
 - VI Calefacció, climatització i aigua calenta sanitària (CC)
- El **número de referència** en els plànols. Tal com heu vist, quan es fa referència a algun element de la instal·lació també cal indicar la referència creuada amb els plànols per poder-lo localitzar amb facilitat.
- La **descripció de la instal·lació** o l'aparell. Es tracta de descriure en poques paraules l'aparell específic considerat en el **número de referència**. Especificar si es tracta d'un ascensor, una caldera o un grup de pressió, per exemple.
- El **número de registre oficial** de l'aparell segons apareix en la placa de característiques. En cas de desconeixement, es pot deixar en blanc. Aquesta dada serveix per referir l'aparell a la documentació que l'Administració té d'ell.
- La **data de presentació de l'aparell** a l'Entitat d'Inspecció i Control (EIC) per assegurar que l'aparell es troba sotmès a la verificació i inspecció normativa corresponents.

El **model ELEC5** el signa el titular de la instal·lació i és aquesta persona física o jurídica qui declara, sota la seva responsabilitat, que les dades que presenta són certes.

Tal com passava en el cas del model d'instància ELEC1, la responsabilitat última pel que fa a la veracitat de les dades presentades a l'Administració correspon al titular de la instal·lació, no a l'empresa instal·ladora, la qual és responsable, al seu torn, del document que presentarà a continuació, és a dir, el certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió.

1.6.5 Certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió

En els apartats sobre les verificacions i la inspecció inicial que cal fer a les instal·lacions elèctriques de baixa tensió, es feia esment de la norma **UNE 20460-6-61**, la qual expressa la necessitat de certificar que s'han dut a terme els processos de verificació i d'inspecció inicial per mitjà d'un informe. El model d'informe que

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu el formulari que cal utilitzar per tramitar el certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió.

s'utilitza és el certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió i que la figura 1.9 reproduceix.

FIGURA 1.9. Certificat d'instal·lació elèctrica en baixa tensió

CERTIFICAT D'INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE BAIXA TENSÍO

Expedient
Num. _____

Nom de l'empresa instal·ladora de baixa tensió Número Inscripció EIBTB
 EIBTE

Nom i cognoms de l'instal·lador autoritzat: Telèfon
DNI
NIF

DADES DE LA INSTAL·LACIÓ Nova Ampliació Modificació o reforma

SITUACIÓ:
Carrer o indret _____ núm. _____
Localitat _____ Terme Municipal _____ Superfície: m² CP _____
Us a què es destina: _____

TITULAR NIF: _____
Domicili _____ Localitat: _____ CP _____
Telèfon _____

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA:
 Projecte (Grup): a b c d e f g h i j k l m n o
 Memòria tècnica de disseny

Autor _____
Objecte _____

CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DE LA INSTAL·LACIÓ:
Interrupitor general automàtic de tall omnipolar A

Potència màxima admissible	kW	Interrupctors diferencials:	
Potència instal·lada	kW	Nombre	
Tensió	V	In	Sensibilitat
Secció derivació individual	mm ²	A	mA
Resistència de terra de protecció	Ω	A	mA
Resistència d'aïllament	Ω	A	mA

OBSERVACIONS:

CERTIFICAT d'inspecció inicial amb resultat FAVORABLE (quan procedeixi)

Entitat d'Inspecció i Control que l'ha emès _____ Data de la inspecció _____

En / Na _____ i DNI _____ amb carnet individual identificatiu d'instal·lador autoritzat número _____ que pertany a l'empresa instal·ladora amb número d'inscripció _____, d'acord amb les verificacions realitzades seguint la metodologia de la norma UNE 20.460-6-61, **CERTIFICA** que la instal·lació descrita ha sigut realitzada d'acord amb les prescripcions del Reglament Electrotècnic per a baixa tensió i les seves ITC-BT, aprovat per RD 842/2002 de 2 d'agost, així com amb la documentació tècnica abans esmentada.

Data _____

Signatura i segell de l'instal·lador i de l'empresa instal·ladora _____

ANNEX: Informació a l'usuari per al correcte ús i manteniment de la instal·lació.

EIC contractada per l'empresa instal·ladora	ICICT, S.A. <input type="checkbox"/>
	ECA, S.A. <input type="checkbox"/>

Exemplar per al titular de la instal·lació
Exemplar per al Departament d'Economia i Finances
Exemplar per a l'empresa distribuïdora d'energia elèctrica
Exemplar per a l'empresa instal·ladora autoritzada
(marcar el que pertoca.)

En aquest imprès heu de fer constar una declaració dels resultats favorables obtinguts en els processos de verificació i inspecció inicial (si escau). El certificat consta de tres apartats:

- Dades de l'empresa instal·ladora
- Dades de la instal·lació
- Certificat d'inspecció inicial

El **certificat** és el document en què l'**instal·lador garanteix** que ha dut terme totes les proves que requereix la norma UNE 20460-6-61 com a mesures de verificació de la instal·lació a partir de les quals es pot assegurar que es compleixen totes les condicions de seguretat i prevenció de riscos necessàries. Cal fer-hi constar les dades d'identificació i de contacte de l'instal·lador autoritzat com també el número d'inscripció del seu carnet d'instal·lador com a darrer responsable de la qualitat i fiabilitat del muntatge elèctric.

El **certificat** l'ha de signar l'**empresa instal·ladora** juntament amb la persona que disposa de l'autorització que la capacita per fer i muntar instal·lacions elèctriques de baixa tensió.

En el certificat, també s'han de fer constar les **característiques tècniques de la instal·lació**, les quals han de coincidir amb les dades exposades en el model ELEC1 corresponent a la instància que cal fer servir a l'hora de presentar la tramitació de la instal·lació davant l'Administració. Les característiques tècniques de la instal·lació són les dades que també heu emprat com a descripció de la instal·lació en el caixetí de l'esquema unifilar en el model ELEC3. Recordeu que les característiques tècniques de la instal·lació són els valors que descriuen en termes genèrics els valors principals, i en condicionen la instal·lació.

Característiques tècniques de la instal·lació

Les característiques de la instal·lació que cal indicar en el certificat d'instal·lació són les que s'enumeren tot seguit:

- La tensió de servei
- La potència instal·lada i la potència màxima
- La secció de la derivació individual
- La resistència del terra de protecció
- El tall de l'interruptor general
- Les diferents sensibilitats dels interruptors diferencials.

El tercer bloc del certificat d'instal·lació correspon al **resultat de la inspecció inicial**, en els casos en què fer-la hagi estat procedent.

Només les empreses acreditades pel Departament d'Empresa i Ocupació, les anomenades *entitats d'inspecció i control* (EIC), poden fer les inspeccions inicials a les instal·lacions elèctriques, i a Catalunya tan sols n'hi ha dues: ICICT i ECA.

1.6.6 Manual d'usuari

En acabar una instal·lació elèctrica, el titular de la instal·lació rep un document en el qual es presenta la informació que cal conèixer per a utilitzar-la. Des del punt

Els instal·ladors autoritzats...

...o les empreses instal·ladores autoritzades pel Departament de Treball i Indústria han de fer la instal·lació, l'ampliació, la modificació, el manteniment i la reparació de les instal·lacions elèctriques de baixa tensió.

de vista de l'instal·lador, es tracta de fer comprensibles les dades que ja ha utilitzat anteriorment en l'MTD i facilitar l'ús de la instal·lació al propietari.

En el manual d'usuari es pot trobar informació diversa. A més d'altres coses, s'hi pot afegir un croquis de la instal·lació, l'esquema unifilar topològic, és a dir, col·locat sobre un plànol tridimensional del local..., però és comú trobar-hi també algunes recomanacions de seguretat.

Recomanacions per a les instal·lacions elèctriques de baixa tensió

- Utilitzeu els dispositius de protecció. Tingueu la instal·lació amb els dispositius de protecció adequats (fusibles o interruptors automàtics calibrats, presa de terra a tots els aparells amb parts metàl·liques accessibles, etc.) i vigileu que funcionin correctament. Comproveu-ho mitjançant un instal·lador electricista autoritzat que s'identifiqui amb un carnet lliurat pel Departament de Treball i Indústria.
- No als allargadors. Eviteu utilitzar cordons allargadors. No connecteu uns quants receptors al mateix endoll, ja que poden provocar un incendi per sobreescalfament.
- A prova de nens. Tapeu els endolls amb clavilles-tap, per evitar riscos innecessaris, si hi ha nens a casa.
- Instal·leu un diferencial. En cas que no disposeu d'interruptor diferencial, instal·leu-ne un. El diferencial és un interruptor que talla el pas del corrent elèctric quan es produeix una fuga de corrent a la instal·lació (hi pot haver diverses causes: electrodomèstics vells, quan es posa en contacte el cos humà i un punt amb tensió). No hi feu mai un pont.
- Les connexions múltiples. No abuseu de la utilització de connexions múltiples en un mateix endoll o de connexions per mitjà de portalàmpades amb endoll.

2. Exemples de memòries tècniques de disseny de les instal·lacions especials

Les **memòries tècniques de disseny** són un conjunt de documents que s'adrecen a l'Administració. Cada comunitat autònoma té les seves pròpies competències, i cadascuna té també uns models de documents encara que tots són semblants.

Els documents de la Generalitat de Catalunya es poden obtenir en la pàgina oficial de l'Oficina de Gestió Empresarial a Internet, en l'apartat "Aigua, gas i electricitat".

Encara que els documents a emplenar siguin el mateixos en el cas d'un habitatge i en el cas d'una instal·lació especial, cal tenir en compte les prescripcions reglamentàries, les quals les fan diferents.

Per exemple, en el cas de l'habitatge hi ha un nombre fix de circuits –C1, C2, C3, etc.–, en canvi, en una fàbrica no cal seguir aquesta norma. Però si a la fàbrica connectem un motor de 5 kW, caldrà que el cable que l'alimenti tingui un sobredimensionament del 125%. Altres exemples són les caigudes de tensió: mentre en un habitatge només poden ser del 3%, a les fàbriques poden ser del 3% per a l'enllumenat i del 5% per a la força (motors).

En qualsevol cas, es tracta d'elaborar una memòria tècnica de disseny (MTD) que descriu la instal·lació elèctrica i que compleixi totes les instruccions tècniques complementàries que són aplicables pel tipus d'instal·lació.

2.1 Programari i documents oficials

A l'hora de **confegir els documents**, el procediment normal consisteix a utilitzar algun programari típic i a l'abast de tothom com, per exemple, un processador de textos i un full de càlcul. Per fer els plànols, però, cal un programari de **dibuix vectorial**. Un cop confegida, la documentació es lliura a l'Administració en format PDF i per via telemàtica.

Amb el programari lliure del paquet ofimàtic OpenOffice (o LibreOffice), que de ben segur ja sabeu utilitzar, n'hi ha prou i a més té la possibilitat d'exportar directament a format PDF.

Els **documents** que podeu trobar en el web oficial de la Generalitat de Catalunya són:

Un consell

Del model ELEC-3, encara que l'oficial es troba en format de processador de textos, és molt útil copiar el format i passar-lo a un full de càlcul en el qual podreu fer els càlculs més ràpidament.

- Model ELEC-1. Imprès d'instància [DOC, 117 kB] (actualitzat: març 2008).
- Model ELEC-2. Esquema unifilar [PDF, 83,70 kB] (actualitzat: octubre 2003).
- Model ELEC-3. Memòria tècnica [DOC, 132,5 kB] (actualitzat: octubre 2003).
- Model ELEC-4. Certificat d'acabament d'instal·lació [DOC, 54 KB] (actualitzat: gener 2010).
- Model ELEC-5. Reglaments de seguretat [DOC, 60 kB] (actualitzat: gener 2003)
- Certificat d'instal·lació elèctrica en baixa tensió [DOC, 118 kB] (actualitzat: novembre 2006).
- Certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió [DOC, 119,5 kB]
- Atraccions de fira ambulants amb instal·lació elèctrica pròpia (actualitzat: març 2008).
- Butlletí de reconeixement d'instal·lació elèctrica de baixa tensió [DOC, 121 kB].
- Rehabilitació de pisos i locals comercials privats (actualitzat: maig 2007).
- El croquis de la instal·lació és obligat, però no té un format establert.

Formats i procediments útils

Els **documents oficials** tenen el format de document dels antics paquets ofimàtics, un format, però, compatible amb els nous paquets informàtics lliures.

En el cas de l'**esquema unifilar**, el format que ofereix la Generalitat és el PDF, un format, però, que també pot ser editat pel paquet OpenOffice –o LibreOffice– d'ofimàtica. Tanmateix, un procediment habitual és refer-lo dins d'un programa de dibuix copiant el model que el document oficial us ofereix.

Passa el mateix amb el **croquis de la instal·lació**, que no té format oficial i el més habitual és dibuixar-lo amb un programa de dibuix i després exportar-lo en el format PDF.

2.2 Croquis provisional d'obres (P < 50 kW)

La **documentació** de les memòries tècniques de disseny té dues parts ben diferenciades, una part **administrativa** i una part **tècnica**. La documentació administrativa és el conjunt de documents en els quals figuren les dades del propietari de la instal·lació i de l'instal·lador que la fa. La part tècnica té a veure amb la manera d'omplir els models següents:

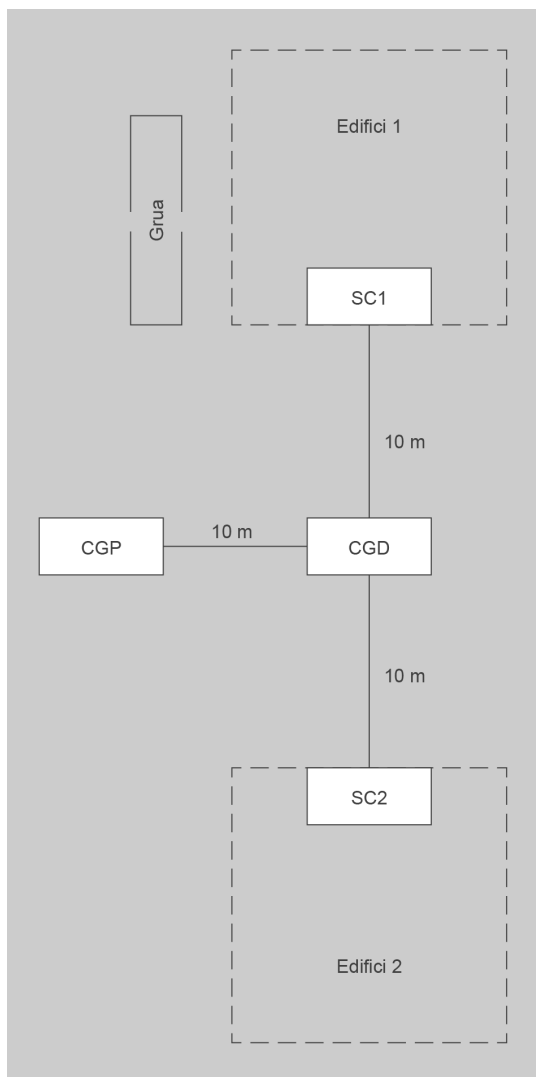
- **L'ELEC-3**, una taula en la qual cal posar cadascuna de les línies, i calcular les caigudes de tensió, potències, corrents, etc.

- **L'ELEC-2** o l'esquema unifilar en el qual cal posar, esquemàticament, les línies, els aparells de protecció i les càrregues. En l'esquema unifilar sempre han d'aparèixer les mateixes línies que heu posat en la taula de l'ELEC-2.
- **El croquis**, que serveix per ubicar-hi els diferents elements de la instal·lació i saber la distància de separació entre ells, la qual us servirà per calcular les caigudes de tensió.

Per elaborar la **memòria tècnica de disseny**, el primer que cal és conèixer les **característiques fonamentals de la instal·lació**, i les dues **característiques** més importants són la **potència necessària** per a l'instal·lació i la **distància** del quadre elèctric a la càrrega.

La figura 2.1 mostra un croquis molt senzill en el qual s'han d'ubicar les càrregues, els quadres i subquadres.

FIGURA 2.1. Croquis provisional d'obres



En l'annex del web del mòdul podeu trobar l'arxiu `croquis_provisional_obres.dwg` per a més detalls.

Un croquis serveix perquè us feu una idea d'allò que us demanen en la instal·lació. En un cas real, normalment és el client qui us dirà on vol posar les càrregues, i allò que encara és més important, quin tipus de càrregues.

Exemple: instal·lació elèctrica d'una grua

Posem que hi ha dos edificis en construcció i que un dels dos necessita una grua i l'altre no. La instal·lació comença amb el quadre general de protecció (QGP), el qual és el nexa d'unió entre l'embranchament particular amb l'embranchament de la companyia distribuïdora. El QGP ha de ser com el model normalitzat que recomana l'empresa distribuïdora.

Els dispositius generals de protecció i altres unitats de preses de corrent no formen, en cap cas, part del CPMST.

En el cas dels subministraments temporals no es fa servir un QGP normal, sinó **conjunts de protecció i mesura per a subministraments temporals (CPMST)**, els quals estan constituïts per diversos mòduls de material aïllant i han de complir la norma UNE EN 60439-4.

Instal·lació del CPMST

La instal·lació del conjunt de protecció i mesura (CPMST) s'ha de fer de manera obligatòria a l'interior de l'armari que la protegirà contra contactes directes, impactes, pols, pluja o vandalisme. Un cop instal·lat, s'ha de mantenir el grau de protecció exigida pel conjunt.

Del CPMST surt la **derivació individual** fins al quadre general de distribució. En aquest cas no hi ha línia general d'alimentació (LGA). El quadre general ha de portar un interruptor automàtic general i després un interruptor automàtic per a cadascuna de les sortides.

Les sortides van als quadres secundaris de força i enllumenat. Pel que fa als quadres secundaris, estan formats per un interruptor automàtic general, un interruptor diferencial i, per cada sortida, un interruptor magnetotèrmic, a més a més de disposar de connexió al conductor de terra o protecció.

Els embolcalls, l'aparellatge, les preses de corrent i els elements de la instal·lació que són a la intempèrie han de tenir un grau de protecció IP45, com a mínim.

Per confegir la memòria tècnica haureu de calcular les caigudes de tensió i dimensionar els cables i les proteccions, així doncs, cal conèixer les distàncies a les càrregues que es veuen en un croquis de la instal·lació, i les càrregues, és a dir, la potència de la instal·lació, i des cadascuna de les línies que en formen part.

Per confegir la documentació suposareu les càrregues següents a l'instal·lació:

• Subquadre 1 (SC1)

- G01: grua, motor trifàsic de 15 kW, amb un factor de potència de 0,80
- X01: endolls trifàsics amb una potència total de 4,5 kW, amb un factor de potència de 0,95
- E01: il·luminació, càrrega monofàsica de 2 kW, amb un factor de potència de 0,9

• Subquadre 2 (SC2)

- X11: endolls trifàsics amb una potència total de 4,5 kW, amb un factor de potència de 0,95
- X12: endolls trifàsics amb una potència total de 4,5 kW, amb un factor de potència de 0,95
- E11: il·luminació, càrrega monofàsica de 2 kW, amb un factor de potència de 0,9

2.3 Metodologia per emplenar el model ELEC-3 (memòria tècnica)

El document **ELEC-3** de la memòria tècnica de disseny és el més complex d'omplir, ja que és el document que més implicacions té a l'hora del disseny i l'execució de la instal·lació. Amb aquest document es defineixen tant la potència de la instal·lació, com els cables que s'han d'utilitzar, com les caigudes de tensió de cada línia.

Com mostra la figura 2.2, l'ELEC-3 es pot dividir en cinc parts amb la finalitat de facilitar la tasca d'emplenar-lo i perquè també és l'ordre que es pot seguir quan es fan els càlculs de la instal·lació.

FIGURA 2.2. Divisió ELEC-3

MEMÒRIA TÈCNICA													NÚM.							
TRAM	Càrrega simultàn. (%)	Potència kW.	cos φ	Intens. A	Secció per fase mm²	Long. m	Moment elec. kW · m	Caiguda de tensió		Caract. conduct.		Tipus de canalitzacions			Aïllam. Instal·l. kΩ	Conduc. Neutre mm²	Conduc. Protec. mm²			
								parcial (%)	total (%)	TIPUS	tensió nominal d'aïllam.	sense tub protector (sistema)	sota tub: ∅ en mm.					conduct. enterrat. prof. m.		
Derivació individual (A—B)																				
C—D																				
E—F																				
G—H																				
I—J																				
K—L																				
M—N																				
O—P																				
Q—R																				
S—T																				
U—V																				
W—X																				
Y—Z																				
OBSERVACIONS: Grau de protecció d'aparamenta i receptors en locals especials IP —																				
TITULAR						ÚS A QUE ES DESTINA LA INSTAL·LACIÓ						SEGELL INSTAL·LADOR I EMPRESA INSTAL·LADORA AUTORIZATS								
EMPLACAMENT			CARRER			LOCALITAT			EMPRESA DISTRIBUIDORA			CARACTERÍSTIQUES EDIFICI			SUPERFÍCIE LOCAL m²			INSTAL·LACIÓ		
Núm.			Pis			Porta			N.C.P.			NOVA			AMPLIACIÓ			REFORMA		
Circuit			Nombre			In			Sensibilitat			mA			mA			mA		
DIFERENCIAL INTERRUPTOR			A			A			A			mA			Ω			Ω		
Potència màxima admissible (1)			kW			TENSIÓ			V			Potència a instal·lar			kW			INTENSITAT INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC		
A			A			A			A			A			A			A		
NOTA (1) És la màxima que pot suportar el conjunt de la instal·lació.																				
DATA I SIGNATURA INSTAL·LADOR																				

Les cinc parts de l'ELEC-3

- **Part 1.** Potència i corrent de les diferents línies. En aquesta part de l'ELEC-3, la qual és també la primera que heu de resoldre a l'hora de fer el disseny de la instal·lació, s'han de calcular els corrents i potències de cadascuna de les línies. Després se sumen els corrents per saber el corrent total de les derivacions individuals i línies generals d'alimentació.
- **Part 2.** Amb els corrents calculats, es pot passar a triar la secció mínima del cable que pot portar aquest corrent per complir la normativa –ITC-BT-19 i les normes UNE– d'acord amb el tipus d'instal·lació escollit.

- **Part 3.** Amb la secció feta, el corrent i la longitud de la línia, es pot passar a calcular la caiguda de la tensió i aquesta també ha de complir els mínims de la normativa.
- **Part 4.** Aquesta part descriu el tipus d'instal·lació, si és sota un tub es descriu el diàmetre del tub, l'aïllament del cable, etc.
- **Part 5.** A més de les dades administratives hi ha dades fonamentals de la instal·lació com les potències, tant la instal·lada com la potència màxima admissible, la resistència del terra i la quantitat i sensibilitat dels diferencials.

2.3.1 MTD. Part 1: potències i intensitats de cada línia

El primer pas és **calcular la intensitat o potència total** de la instal·lació, per això heu d'anar calculant la intensitat de cadascuna de les línies:

- **G01.** Aquesta intensitat és la intensitat instal·lada per al circuit de la grua, el G01: $I = \frac{15000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 27,06A$. Però la **intensitat de càlcul** serà un 125% superior a aquesta d'acord amb el que prescriu la ITC-BT-47: $27,06 \times 1,25 = 33,83A$
- **X01:** $I = \frac{4500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 6,84A$
- **E01:** $I = \frac{2000}{230 \times 0,9} = 9,66A$
- **X11:** $I = \frac{4500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 6,84A$
- **E11:** $I = \frac{2000}{230 \times 0,9} = 9,66A$

La **intensitat total instal·lada** serà de:

$$27,06 + 6,84 + 9,66 + 6,84 + 6,84 + 9,66 = 66,82A$$

Intensitat de càlcul. Però com que els càlculs s'han de fer amb el **corrent augmentat** que prescriu el **reglament**, en aquest cas, com que es tracta d'un motor, cal augmentar el corrent del motor un 125%. El corrent resultant s'anomena **corrent de càlcul** o **potència de càlcul** i és el que es farà servir per calcular la secció dels conductors:

$$33,83 + 6,84 + 9,66 + 6,84 + 6,84 + 9,66 = 73,67A$$

Observació sobre el càlcul del corrent total

En realitat, aquesta manera de calcular el corrent total serà **incorrecte** perquè s'han **sumat corrents trifàsics** (grua i endolls trifàsics) amb corrents **monofàsics** (il·luminació), de manera que el valor de la intensitat total serà en realitat el valor del corrent que passarà per una de les fases, la que té connectada la càrrega monofàsica, mentre que per a les altres fases només passaran les càrregues trifàsiques. En un **sistema equilibrat**, sense càrregues monofàsiques, tots els corrents serien iguals.

Com que hi ha **dues càrregues monofàsiques** és important que cadascuna vagi a **una fase diferent**. Aleshores, si connecteu les dues càrregues monofàsiques a la mateixa fase tindreu:

$$33,83 + 6,84 + 9,66 + 6,84 + 6,84 + 9,66 = 73,67A$$

a la fase en què heu connectat les dues càrregues monofàsiques i a la resta

$$33,83 + 6,84 + 6,84 + 6,84 = 54,35A$$

En canvi, si les càrregues monofàsiques es connecten a fases diferents tenim un corrent de:

$$33,83 + 6,84 + 9,66 + 6,84 + 6,84 = 64,01A$$

a les dues fases que tenen la càrrega monofàsica, i com abans,

$$33,83 + 6,84 + 6,84 + 6,84 = 54,35A$$

a la fase que no té cap càrrega monofàsica.

Així, el cable ha de suportar:

- 73,67 A si es connecten les càrregues monofàsiques a la mateixa fase.
- 64,01 A **només**, si les càrregues es reparteixen.

2.3.2 MTD. Part 2: seccions dels cables

Un cop calculats els corrents, ja és possible suposar una secció de cable a partir de la taula de la ITC-BT-19, que és la mateixa seguida en les normes UNE. En la figura 2.3 es mostra la taula de la memòria tècnica ja emplenada amb els valors corresponents a la secció de fase, expressada en mil·límetres quadrats (mm²).

En l'annex del web d'aquest mòdul trobareu les taules que es fan servir per calcular les seccions dels cables.

FIGURA 2.3. Emplenar l'MTD. Seccions dels cables

Tram	Carga simultan. (%)	Potencia W	Cos	Intensitat A	Secció por fase mm ²	
Derivació indiv.	100	36.250,49	1,00	52,32	25	
DERIVACIONES	SC1	100	25.250,49	1,00	36,45	16,0
	SC1-G01	100	18.750,49	0,80	33,83	10,0
	SC1-X01	100	4.500,00	0,95	6,84	1,5
	SC1-E01	100	2.000,00	0,95	9,15	1,5
	SC2	100	11.000,00	1,00	15,88	6,0
	SC2-X11	100	4.500,00	0,95	6,84	1,5
	SC2-X12	100	4.500,00	0,95	6,84	1,5
	SC2-E11	100	2.000,00	0,95	9,15	1,5

Exemple de càlcul de les seccions dels cables

Les característiques del cable per separat són aquestes:

- **G01** amb una intensitat de càlcul de 33,83 A, el cable multiconductor, en conducte (B2), 3xPVC, ha de tenir la **secció** de fase de 10 mm².
- **X01** amb una intensitat de càlcul de 6,84 A, el cable multiconductor, en conducte (B2), 3xPVC, ha de tenir la **secció** de fase d'1,5 mm².
- **E01** amb una intensitat de càlcul de 9,66 A, el cable multiconductor, en conducte (B2), 2xPVC, ha de tenir la **secció** de fase d'1,5 mm².

En el cas del **subquadre SC1**, la secció necessària és:

SC1 amb una intensitat de càlcul de $33,83 + 6,84 + 9,66 = 50,33$ A ; el cable multiconductor, en conducte (B2), 3xPVC, la **secció** ha de ser de 6 mm².

En el cas del **subquadre SC2**:

- **X11** amb una intensitat de càlcul de 6,84 A, el cable multiconductor, en conducte (B2), 3xPVC, ha de tenir la **secció** de fase d'1,5 mm².
- **X12** amb una intensitat de càlcul de 6,84 A, cable multiconductor, en conducte (B2), 3xPVC, ha de tenir la **secció** de fase d'1,5 mm².
- **E11** amb una intensitat de càlcul de 9,66 A, cable multiconductor, en conducte (B2), 2xPVC, ha de tenir la **secció** de fase d'1,5 mm².

Així doncs, en el subquadre SC2, a 23,34 A (resultat de sumar 6,84 + 6,84 + 9,66), cable multiconductor, en conducte (B2) i 3xPVC, el cable ha de tenir una **secció** de 6 mm².

La **secció de la derivació individual** per la qual ha de passar el corrent de tota la instal·lació cal que sigui com a mínim de 25 mm² per a 64,01 A (resultat de sumar 33,83 A + 6,84 A + 9,66 A + 6,84 A + 6,84 A), cable multiconductor, en conducte (B2) i 3xPVC. Cal tenir en compte que aquí només s'ha sumat una **càrrega monofàsica**, perquè l'altra càrrega monofàsica anirà a una altra fase, el corrent es dividirà entre les dues fases.

2.3.3 Part 3: caigudes de tensió

Un cop emplenada la part 1, és a dir, un cop ja heu calculat les potències i els corrents, resolta la part 2 després d'haver calculat les seccions que són capaces de suportar aquests corrents, per continuar confegint la memòria tècnica ara cal sumar les potències i les intensitats, i completar la part 3 amb les caigudes de tensió.

Sumar potències i intensitats

A l'hora de sumar potències i intensitats, el problema és que les potències tenen càrregues monofàsiques i trifàsiques, de manera que les fases no tenen la mateixa intensitat.

Si, d'una banda, sumeu les potències o corrents, obtindreu el corrent per la fase on passa el consum monofàsic, però aquest corrent no passarà per les altres dues fases.

En canvi, si sumeu sumeu les potències considereu el **sistema totalment equilibrat**, de manera que el consum es repartirà entre les diferents fases.

Primer heu de calcular la caiguda de tensió per a la línia de la càrrega (% parcial), i després hi heu de sumar la caiguda de tensió de les línies anteriors en sèrie.

Exemple de com es calcula la caiguda de tensió

Primer calculareu la caiguda de tensió des del quadre general de distribució (QGD) fins al subquadre 2 (SC2):

$$\text{De QGD fins a SC2 } \Delta V(\%) = \frac{11000 \times 10}{56 \times 6 \times 400} \times \frac{100}{400} = 0,20\%$$

I aleshores calculareu la caiguda de tensió des del subquadre 2 fins a la càrrega X11:

$$\text{De SC2 fins a X11 } \Delta V(\%) = \frac{4500 \times 10}{56 \times 1,5 \times 400} \times \frac{100}{400} = 0,33\%$$

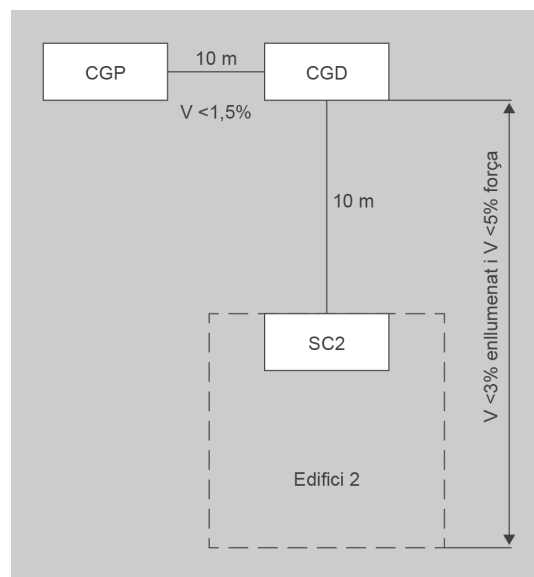
La **caiguda de tensió total** d'aquesta línia serà la suma

$$0,20 + 0,33 = 0,54\%$$

0,54% és molt inferior al 5% que permet el Reglament, la qual cosa vol dir que la línia podria tenir molts més metres dels que ara té.

Heu de tenir en compte que aquí no se suma la **caiguda de tensió de la derivació individual** perquè en el càlcul general de la caiguda de tensió aquesta ha de ser de l'1,5% com a màxim a la derivació individual, i després de la derivació individual podeu tenir fins a un 3% per a il·luminació, i un 5% per a la força, tal com mostra la caiguda de tensió en la figura 2.5.

FIGURA 2.5



2.3.4 MTD. Part 4: propietats de la instal·lació

Seguint l'ordre, ara us queda la part 4 de la memòria tècnica de disseny, és a dir, **la descripció de la instal·lació**, el tipus de cable emprat, si va sota tub, el diàmetre del tub, i les seccions dels cables neutre i de protecció o terra.

Com recomana la ITC-BT 33 en les instal·lacions amb fins especials, instal·lacions provisionals i temporals d'obres, les prescripcions particulars s'apliquen a les

instal·lacions temporals que es fan servir en la construcció de nous edificis, els treballs de reparació, modificació, extensió o demolició d'edificis existents; els treballs públics, els treballs d'excavació i altres treballs similars, com és el cas que ens ocupa.

Els **cables** a utilitzar en connexions i instal·lacions exteriors han de ser d'una tensió assignada mínima entre 450 V i 750 V, amb coberta de policloroprè o similar, d'acord amb el que prescriu l'UNE 21027 o l'UNE 21150, han de ser aptes per a serveis mòbils.

Els **cables d'instal·lació habitual** amb aquestes característiques són els següents:

- **Cable H07RN-F** (norma UNE 21027-4): cable de tensió assignada entre 450 V i 750 V, amb conductor de coure de classe 5 apte per a serveis mòbils (-F), aïllament de compost de goma (R) i coberta de policloroprè (N)
- **Cable H07ZZ-F (AS)** (norma UNE 21027-13): cable no propagador d'incendis, de tensió assignada entre 450 V i 750 V, amb conductor de coure de classe 5 apte per a serveis mòbils (-F), aïllament i coberta de compost reticulat amb baixa emissió de fums i gasos corrosius (Z)
- **Cable DN-F (norma UNE 21150)**: cable de tensió assignada entre 0,6 kV i 1 kV, amb conductor de coure de classe 5 apte per a serveis mòbils (-F), aïllament de compost d'etilè propilè (D) i coberta de policloroprè (N)

D'acord amb allò que prescriu el Reglament en les instruccions ITC-BT-20 i ITC-BT-21, les **canalitzacions** han d'estar disposades de manera que no exerceixin cap esforç sobre el conductor excepte que estiguin previstes per a aquest efecte. El grau de protecció mínim ha de ser –per a tubs conformes a l'UNE 50.086-1– el següent:

- Resistència a la compressió “molt forta”
- Resistència a l'impacte “molt forta”

D'altra banda, el **diàmetre dels tubs** es calcula d'acord amb les taules que proposa la ITC-21.

Segons la instrucció ITC-BT-18, que es basa en la norma UNE 20.460-5-54, la **secció del conductor de protecció** ha de tenir la mateixa secció que els de fase fins a 16 mm²; per més de 16 mm² i fins a 35 mm² la secció del conductor de protecció pot ser de 16 mm².

Els **embolcalls, l'aparellatge, les preses de corrent** i els elements de la instal·lació que són a la intempèrie han de tenir un **grau de protecció IP45** com a mínim.

2.3.5 MTD. Part 5: esquema unifilar i proteccions

La part 5 de la memòria tècnica de disseny, a més de les dades administratives que cal aportar, demana especificar els valors dels interruptors diferencials (ID) i de l'interruptor general automàtic (IGA), és a dir, tracta del sistema de proteccions de la instal·lació.

Si encara no heu fet l'esquema unifilar de la instal·lació ara és el moment de fer-lo.

Per confegir l'**esquema unifilar** de la instal·lació també hi ha un document normalitzat que la Generalitat ofereix en PDF.

Una alternativa

El document normatiu de la Generalitat es pot fer servir de plantilla i copiar-lo amb la màxima fidelitat en un programa de dibuix, de la mateixa manera que la plantilla de la memòria tècnica de disseny es pot passar al format d'un full de càlcul. L'important, sobretot, és que hi figurin totes la dades que demana l'Administració.

En la figura 2.6 es mostra el format del requadre que ha d'adoptar l'esquema unifilar i que ha d'aparèixer en un document ELEC-2. La nota que es veu en la part inferior esquerra de la imatge especifica els continguts mínims que el document ha d'incloure.

FIGURA 2.6. Requadre ELEC-2

EMPRESA DISTRIBUIDORA	SECCIÓ CONEXIÓ DE SERVEI	TENSIÓ:	SEGELL INSTAL·LADOR I EMPRESA INSTAL·LADORA AUTORITZATS
EMPLAÇAMENT			
INSTAL·LADOR AUTORITZAT			
TITULAR			
ESQUEMA UNIFILAR			DATA I SIGNATURA INSTAL·LADOR
NOTES	REGRUIXAR ELS ELEMENTS DELS CIRCUITS INSTAL·LATS Indicar com a mínim secció conductors, característiques aparells de maniobra-protecció i potència màxima admissible de cada derivació.		

La secció dels conductors, les característiques dels aparells de maniobra i protecció i la potència màxima admissible de cada circuit són els continguts mínims que heu d'incloure en el document.

Cal fer, però, alguns aclariments pel que fa a la terminologia amb què s'expressa la nota sobre els continguts mínims del document ELEC-2, i són:

- Quan es parla de **secció dels conductors**, de fet heu d'especificar la secció de tots els conductors de fase, del neutre i el de protecció.
- En les **característiques dels aparells de maniobra i protecció** heu d'esmentar el màxim nombre d'aquests aparells perquè després no hi hagi cap motiu de dubte. En el cas, per exemple, dels interruptors magnetotèrmics caldria especificar-hi, a banda de la intensitat nominal, el poder de tall (kA)

i el tipus de corba (B, C, D), i en el cas dels interruptors diferencials, la intensitat nominal i la sensibilitat (mA).

- Al final de cada línia heu d'indicar la **potència màxima admissible**, i també s'acostuma a posar el tipus de càrrega. Si es tracta de motors, d'il·luminació, etc.

El criteri, una qüestió important

Tots els circuits que heu calculat en l'ELEC-3, és a dir, en la taula de l'MTD, també han de ser presents en l'ELEC-2, és a dir, en l'esquema unifilar. D'aquesta manera podreu estar segurs que les dades com, per exemple, la secció dels cables, apareixeran de la mateixa manera en tots dos documents i que la manera de designar els circuits o les línies en l'ELEC-3 i en l'ELEC-2 és la mateixa.

En principi, les dades de caigudes de tensió i longituds dels circuits ja apareixen en l'ELEC-3 –la taula de la memòria tècnica– i no cal posar-les en l'ELEC-2 (esquema unifilar), però podeu posar allò que penseu que pot ser útil a l'hora d'interpretar l'esquema unifilar, i posar les longituds o les caigudes de tensió us pot servir per comprovar que el quadre de l'MTD és correcte.

Amb l'ajuda d'una taula dels valors normalitzats dels interruptors magnetotèrmics, diferencials i de control de potència (ICP), podeu començar a calcular els valors de les proteccions.

El corrent de tall de l'interruptor magnetotèrmic ha de ser com a mínim el que necessitem perquè la càrrega funcioni i, com a màxim, el corrent més alt que el cable pugui suportar.

El corrent nominal de l'interruptor magnetotèrmic permet calcular la potència màxima admissible.

Caixes de protecció i mesura per a subministraments temporals (CPMST), derivació individual (DI) i interruptor general automàtic (IGA). Comencem primer pel quadre general de protecció (QGP), és a dir, el lloc on acaba la xarxa de la companyia distribuïdora i on comença la instal·lació. EL QGP ha de complir les exigències de la companyia distribuïdora com, per exemple, Endesa a Catalunya.

En el cas que ens ocupa, heu d'agafar els elements següents que apareixen en la taula de la companyia subministradora:

- Potència a contractar: 43,64 kW
- Corrent assignat: 63 A
- Poder de tall (kA): > 4,5 kA
- Protecció tèrmica: 63 A (ICP-M)
- Protecció magnètica: 5 vegades el corrent de protecció tèrmica, actuant en un temps inferior als 0,02 segons
- Conjunt de mesura: TMF1, multifunció
- Cablatge: Cu 16mm²

Valors normalitzats són els següents: 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A, i amb un poder de tall de 6, 10, 20 i 50 kA.

L'NTP-IEBT d'Endesa

La reglamentació d'Endesa conté la norma tècnica particular d'embranchaments i instal·lacions d'enllaç en baixa tensió, l'NTP-IEBT, dins de la qual es pot consultar un quadre que mostra els valors de les intensitats que la companyia subministra.

- Fusibles gG: 100 A

Després dels fusibles (100 A), de l'equip de mesura (TMF1) i de l'ICP-M de 63 A, heu de posar l'interruptor general automàtic (IGA). En aquest cas triarem un IGA de 63 A.

D'acord amb el que heu especificat en l'exemple d'ELEC-3, la **intensitat de càlcul** era de 52,32 A. La intensitat que suporta el cable de 25 mm² instal·lat –d'acord amb la taula de la ITC-BT-19– serà de 77 A perquè l'IGA compleixi el requisit:

$$55,32A < 63A < 77A$$

Aquest valor permet obtenir una dada, la **potència màxima admissible**, que us demanaran en molts altres llocs de l'MTD. Vegem com:

$$P_{m\grave{a}xima\ admissible} = \sqrt{3} \times 400 \times 63 = 43,64\ kW$$

La **potència instal·lada** és la suma de les potències dels receptors que hi ha a la instal·lació (sense aplicar cap factor de correcció). En el cas que ens ocupa:

$$16 + 4,5 + 2 + 4,5 + 4,5 + 2 = 33,5\ kW$$

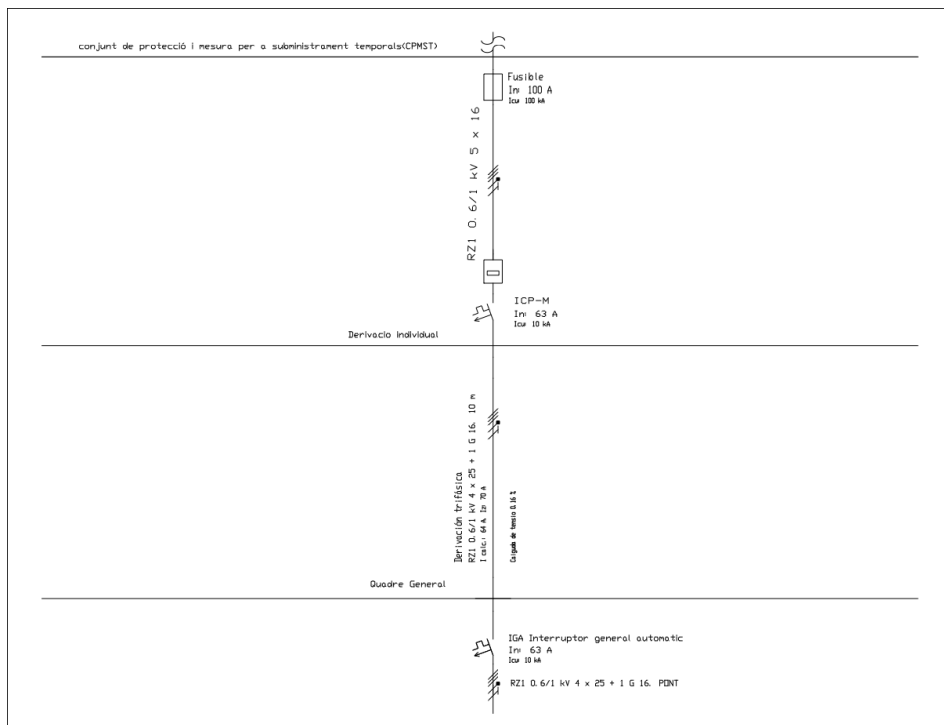
La **potència de càlcul** resulta d'aplicar-hi els coeficients –1,25 en el cas dels motors, i 1,8 en el cas de l'enllumenat de descàrrega– i els factors de simultaneïtat. En cas que tingueu un motor, la potència de càlcul serà:

$$18,75 + 4,5 + 2 + 4,5 + 4,5 + 2 = 37,25\ kW$$

En la figura 2.7 podeu veure l'esquema unifilar des de la caixa de protecció i mesura per a subministraments temporals (CPMST) fins a l'interruptor general automàtic (IGA).

Des de la caixa de protecció i mesura per a subministraments temporals surt la derivació individual que arriba fins al quadre general de distribució (QGD), en el qual hi ha l'interruptor general automàtic (IGA), que dóna la potència màxima admissible, i un interruptor magnetotèrmic i diferencial per a cadascuna de les línies que surten dins els subquadres.

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul podeu consultar tant el quadre d'Endesa per a subministraments temporals com l'esquema unifilar definitiu (ELEC-3) i la memòria tècnica de disseny (ELEC-2).

FIGURA 2.7. Unifilar des de la CPMST fins a l'IGA

Subquadres (SC). La línia que va des del quadre general de distribució fins al subquadre SC1, tal com es mostra en la taula de la memòria tècnica de disseny (ELEC-3), té una secció de 16 mm^2 , la qual amb el tipus d'instal·lació B2 suporta 53 A, i la intensitat de càlcul és de 36,65 A. Un interruptor magnetotèrmic de 50 A protegirà la línia ($< 53 \text{ A}$), i permetrà que els aparells funcionin sense cap problema de desconexions.

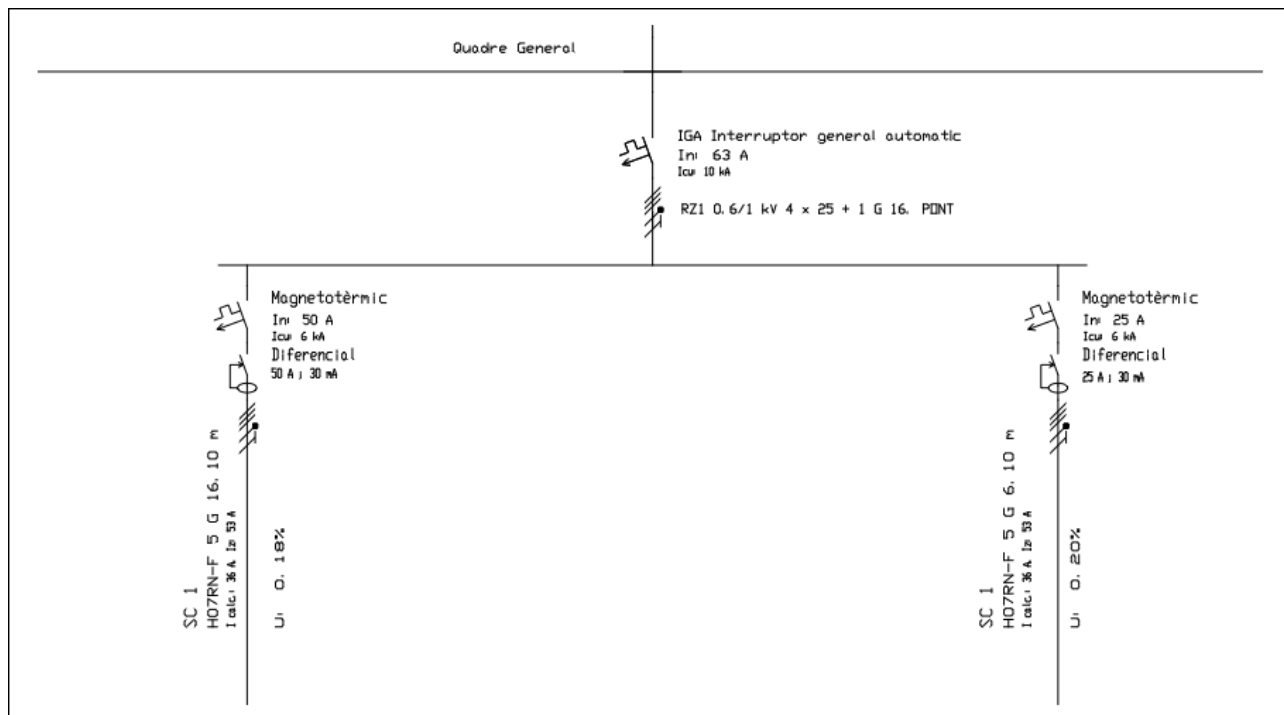
Consideracions sobre els interruptors magnetotèrmics

El tipus pot ser el normal, amb corba C, poder de tall de 6 kA. En aquest cas també podríem emprar un interruptor magnetotèrmic de 40 A. La línia estaria més protegida, però la probabilitat que es disparés amb una maniobra com la posada en marxa de la grua també seria més alta. Perquè no hi hagi talls de corrent i com que la línia queda suficient protegida és millor posar un interruptor magnetotèrmic de 50 A per protegir la línia fins al subquadre SC1.

Ara es tracta de fer el mateix amb el subquadre SC2. Línia de 6 mm^2 , corrent màxim admissible de 30 A, consum de 15,88 A. L'interruptor magnetotèrmic pot ser de 25 A.

El quadre general de distribució quedaria tal com es mostra en la figura 2.8.

FIGURA 2.8. Quadre general de distribució

**Pel que fa als subquadres...**

...heu de tenir en compte que a cada subquadre hi ha d'haver un interruptor magnetotèrmic general i després un altre interruptor per a cadascuna de les línies. A més, totes les línies han d'estar protegides contra els contactes indirectes mitjançant un interruptor diferencial.

2.3.6 El terra i l'aïllament de la instal·lació

La part que la memòria tècnica de disseny (MTD) dedica a la **resistència del terra de protecció** (figura 2.9) s'ha d'omplir mitjançant el mesurament directe del terra de la instal·lació. També es pot calcular de manera aproximada si es coneix la quantitat d'elèctrodes, la forma, el tipus dels terreny, etc.

FIGURA 2.9. Resistència del terra de protecció

		SEGELL INSTAL·LADOR I EMPRESA INSTAL·LADORA AUTORIZATS
SECCIÓ DE LA DERIVACIÓ INDIV		
6.00		
RESISTÈNCIA TERRA DE PROTEC.		
TENSIÓ	230 / 400	
INTENSITAT INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC		
		DATA I SIGNATURA INSTAL·LADOR

El valor de la resistència del terra ha de ser suficient perquè l'interruptor diferencial es dispari abans que apareguin tensions perilloses:

- 24 V en local o lloc conductor
- 50 V en la resta de casos

En una instal·lació per a un subministrament provisional d'obres es pot donar el cas que el local sigui moll, ja que l'aigua es fa servir sovint en els processos de construcció. Aleshores, si considereu el local com a conductor i protegit amb un interruptor diferencial de 30 mA, la resistència del terra ha de ser inferior a:

$$R = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

Així doncs, qualsevol valor de la resistència del terra que sigui inferior a 800 Ω serà correcte.

El **Reglament** també permet la utilització de molt baixes tensions de seguretat (MBTS) o bé la protecció per separació elèctrica dels circuits mitjançant un transformador individual.

Mesures de protecció contra accidents elèctrics. La major part dels accidents en les obres són resultat de contactes indirectes, i deguts a un mal funcionament dels aparells interruptors, els quals si no tenen una protecció IP suficient s'omplen de pols i deixen de funcionar correctament.

Cal garantir que els diferencials es dispararan correctament quan de manera accidental un receptor metàl·lic entri en contacte amb una part activa de la instal·lació. Per això:

La formigonera o la grua són dos exemples clars dels elements que han de tenir una connexió correcta al conductor de protecció.

Tots els elements metàl·lics del provisional d'obres han d'anar connectats a terra.

Pel que fa a l'aïllament de la instal·lació, el valor mínim ha de ser el que assenyalava la Guia-BT-Annex 4, el qual, en aquest cas, és de 500.000Ω . Per arribar a obtenir aquest valor l'heu de mesurar.

2.3.7 ELEC-5 Instal·lacions subjectes a reglaments específics

A més de l'ELEC-2 i l'ELEC-3, que són els documents que més informació donen sobre la instal·lació, també cal emplenar la resta de documents de l'MTD.

En els documents amb un contingut més administratiu, els aspectes tècnics que tenen més rellevància són els mateixos que els que ja heu especificat en emplenar els models ELEC-2 i ELEC-3: la **potència màxima admissible**, la **potència instal·lada**, el **nombre i la sensibilitat dels interruptors diferencials**.

En canvi, l'ELEC-5 s'ha d'emplenar sempre que hi hagi un element a l'instal·lació que a més de complir amb la reglamentació elèctrica també hagi de complir les reglamentacions especials. Es tracta, per exemple, dels aparells a pressió, de gasos combustibles, de calefacció i, entre d'altres, dels aparells d'elevació i manutenció que, com la grua, ens ocupen aquí. La figura 2.10 mostra com heu d'afegir la grua en l'ELEC-5.

FIGURA 2.10. ELEC-5 Grua

RELACIÓ D'INSTAL·LACIONS AUXILIARS I APARELLS SUBJECTES ALS REGLAMENTS ESPECÍFICS DE SEGURETAT INDUSTRIAL SEGUENTS:

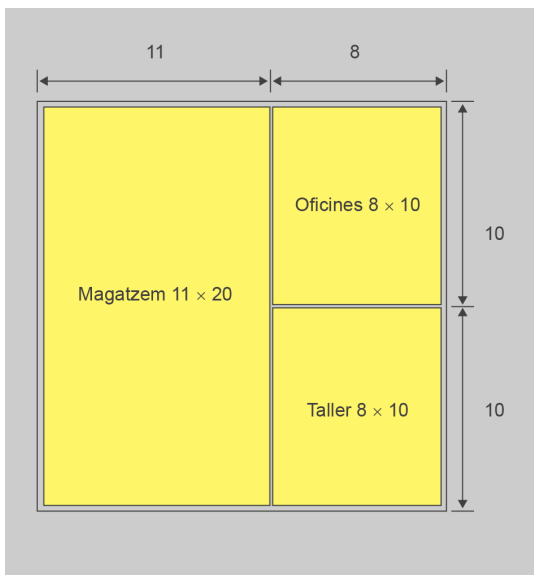
- I - Aparells a Pressió (AP)
- II - Aparells d'Elevació i Manutenció (AE)
- III - Gasos Combustibles (GC)
- IV a) - Emmagatzematge de Productes Químics (PQ)
- IV b) - Emmagatzematge de Productes Petrolers (PP)
- V - Fred Industrial (IF)
- VI - Calefacció, Climatització i Aigua Calenta Sanitària (CC)

Que són alimentats o il·luminats per la INSTAL·LACIÓ elèctrica de BAIXA TENSIÓ de la qual n'és TITULAR
i que està emplaçada a

Designació del Reglament que l'afecta	Núm. de Referència en els plànols	DESCRIPCIÓ de la instal·lació o Aparell	Núm. de Registre Oficial PLACA (1)	Data de presentació de la Carpeta específica al <input type="text"/> o EIC
	SC1-G01	Grua 16 kW		

2.4 Indústria general (P < 20 kW)

Ara mirem de suposar que heu de fer la instal·lació en una nau industrial, per exemple, d'una empresa de manteniment de maquinària. L'edifici consta de tres parts principals tal com es mostra en la figura 2.11 un magatzem d'11 m per 20 m, on només cal posar la il·luminació, una zona ocupada per les oficines, i una altra zona que és la del taller on es fan petites reparacions.

FIGURA 2.11. Croquis de la nau industrial

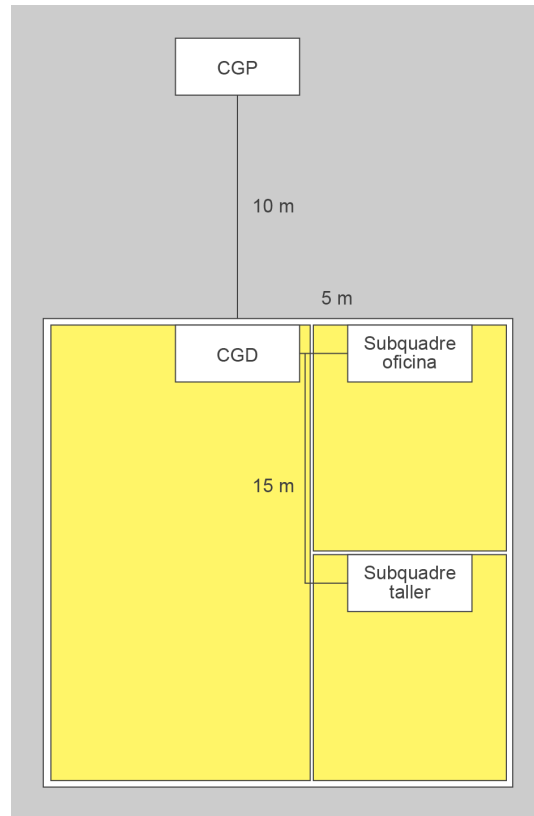
En primer lloc, heu de disposar els elements fonamentals de la instal·lació.

Com que és un subministrament individual, heu de disposar una caixa general de protecció (CGP) i un comptador (CM), és a dir, un conjunt de protecció i mesura (CPM), que situareu al límit de la propietat que és, suposem, a 10 m de l'edifici.

A l'interior de l'edifici heu de posar el quadre general de comandament i protecció (QGCP), també anomenat *quadre general de distribució* (QGD). Immediatament davant d'aquest quadre, heu de col·locar la caixa o mòdul per a la instal·lació de l'ICP-M (Interruptor de control de potència-manual).

L'edifici està clarament dividit en tres parts principals: el magatzem, les oficines i el taller. El quadre principal de protecció i comandament l'heu de posar a l'entrada del magatzem de manera que no caldrà posar un quadre especial per al magatzem, sinó que es farà servir el mateix. En acabat, heu de posar dos subquadres: un per a les oficines, i un altre al taller, tal com mostra la figura 2.12.

FIGURA 2.12. Disposició dels subquadres



2.4.1 Previsió de càrregues

Pel que fa a les càrregues que cal preveure a l'edifici, cal tenir en compte que al magatzem només és necessari posar la il·luminació, per a la qual es miraran d'utilitzar les làmpades i la distribució que donin més rendiment. Però, sobretot, cal equilibrar les tres fases el màxim possible. A més, heu de posar llums d'emergència. En el cas de l'oficina, és necessari posar endolls generals, una il·luminació normal i enllumenat d'emergència, com també un petit circuit d'aire condicionat. I, finalment, cal posar endolls i llums al taller.

Recordeu que per saber la potència d'il·luminació cal fer càlculs lumínics, per saber la potència de l'aire condicionat s'ha de calcular l'aïllament tèrmic, la temperatura interior i l'exterior, etc., i, pel que fa als endolls, heu de conèixer la potència de les càrregues connectades, el nombre total d'endolls i la simultaneïtat dels diferents endolls. En resum, les càrregues previstes en el cas que ens ocupa són les que resumeix la taula 2.1.

La ITC-25 com a referent

En el cas dels habitatges, per exemple, el REBT (ITC-BT-25) fa una previsió de 3.450 W per a trenta endolls. Però, com que la instal·lació en aquesta nau industrial no és un habitatge, no cal seguir exactament les prescripcions del REBT sobre els circuits dels habitatges, tot i que són un bon punt de referència.

TAULA 2.1. Càrregues previstes a les diferents zones de la nau industrial

Càrregues previstes (diferents sectors de la nau industrial)	
Magatzem	
Il·luminació a la fase R	1.200 W de llums de descàrrega
Il·luminació a la fase S	1.200 W de llums de descàrrega
Il·luminació a la fase T	1.200 W de llums de descàrrega

TAULA 2.1 (continuació)

Càrregues previstes (diferents sectors de la nau industrial)	
Dues línies de llums d'emergència	12 W cada una (làmpades de descàrrega)
Oficina	
Motor d'aire condicionat	3 kW
Preses de corrent	3 kW
Enllumenat de l'oficina	1.200 W
Enllumenat d'emergència de l'oficina	9 W
Taller	
Preses de corrent	3kW
Enllumenat del taller	800W
Enllumenat d'emergència del taller	9W

Els valors de les potències indicades com a previsió de càrregues han sortit de diferents càlculs i previsions que pertanyen a altres mòduls, per la qual cosa no cal fer-los aquí.

2.4.2 Les seccions dels cables

Per calcular les seccions dels cables en la nau industrial, primer s'ha de procedir d'acord amb el mètode de la intensitat màxima admissible, és a dir, si coneixeu la intensitat que circula pel cable i, segons el tipus d'instal·lació, la intensitat màxima que hi pot passar, podeu deduir la secció del cable mitjançant la taula de la REBT-ITC-19.

Exemple: càlcul de les seccions dels cables de la nau industrial

Primer cal calcular els cables dels finals de línia, i després se sumaran les intensitats i es calcularan els cables d'alimentació en els subquadres, primer per al magatzem i després per a l'oficina i el taller. En acabat se sumarà tot i, finalment, es calcularà la derivació individual.

Magatzem. Atès que l'enllumenat és una càrrega de làmpades de descàrrega, enllumenat R s'ha de multiplicar per 1,8. El corrent de càlcul serà:

$$I = \frac{1200}{230 \times 0,9} \times 1,8 = 10,43A$$

La instal·lació és del tipus B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), així que una secció d'1,5 mm², la qual suporta 15 A, és suficient.

A la resta de fases, l'enllumenat S i l'enllumenat T , també hi posareu un cable d'1,5 mm².

En el cas dels llums d'emergència i degut a la seva potència baixíssima, hi posareu directament el cable d'1,5 mm². Només cal tenir en compte que, per a més de dotze llums, els heu de separar en dues línies diferents, cada una amb els interruptors magnetotèrmics corresponents.

Oficines. En el cas d'aquesta part de la nau industrial hi ha un aparell d'aire condicionat, al compressor del qual suposarem una potència de 3 kW. Els aires condicionats són motors, així que cal aplicar el 125% al corrent nominal o, el que es el mateix, multiplicar el corrent nominal per 1,25.

$$I = \frac{3000}{230 \times 0,8} \times 1,25 = 20,38A$$

La instal·lació és del tipus B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), la secció de 4 mm² suporta 27 A, de manera que és suficient.

Per a les preses de l'oficina heu de suposar 3.000 W (factor de potència de 0,95), el qual dóna el corrent següent:

$$I = \frac{3000}{230 \times 0,95} \times 1,25 = 13,73A$$

La instal·lació és del tipus B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), així que la secció d'1,5 mm², la qual suporta 15 A, és suficient.

Pel que fa a l'enllumenat de l'oficina, cal suposar 1,2 kW de làmpades de descàrrega, la qual cosa dóna el corrent de càlcul següent:

$$I = \frac{1200}{230 \times 0,9} \times 1,8 = 10,43A$$

La instal·lació és del tipus B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), així que la secció d'1,5 mm², la qual suporta 15 A, és suficient.

Pel que fa als llums d'emergència, atès que tenen una potència baixíssima, hi posarem directament un cable d'1,5 mm². Com en els altres casos, heu de tenir en compte que si hi ha més de dotze llums, els heu de separar en dues línies diferents, cada una de les quals ha de disposar dels interruptors magnetotèrmics corresponents.

En relació amb la secció del subquadre de l'oficina que falta, hi ha dues opcions:

- Fer la línia **monofàsica**. En aquest cas, només caldrien **dos cables**. Per calcular la secció faria falta sumar tots el corrents i buscar un cable que suportés el corrent. Aquest corrent seria de 20,38 + 13,73 + 10,43 = 44,54 A, i, per tant, faria falta un cable de 10 mm², però es crearia un desequilibri greu a les fases.
- Fer la línia **trifàsica**. En aquest cas, caldrien **tres cables més el neutre**. Cadascuna de les càrregues aniria en una fase, per exemple, la fase *R* a l'aire condicionat, la fase *S* als endolls, i la fase *T* a la il·luminació. Per calcular la secció no cal sumar tots el corrents, en el pitjor dels casos, que és quan només funciona una de les tres càrregues, el **corrent de càlcul** seria el corrent d'aquesta fase; si hi ha un consum més equilibrat els corrents seran menors. Així doncs, en el pitjor dels casos, cal que suporti 20,38 A, i per a fer-ho serveix que el cable tingui una secció de 4 mm².

Taller. A aquesta part de la nau industrial hi ha dues càrregues: la dels endolls i la de la il·luminació.

Per a les preses de corrent del taller, se suposaran 3.000 W (factor de potència de 0,95), la qual cosa dóna el corrent següent:

$$I = \frac{3000}{230 \times 0,95} \times 1,25 = 13,73A$$

La instal·lació és del tipus B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), així que la secció d'1,5 mm², la qual suporta 15 A, és suficient.

Per a l'enllumenat del taller suposem 1,2 kW de làmpades de descàrrega; això ens dóna el corrent de càlcul següent:

$$I = \frac{1200}{230 \times 0,9} \times 1,8 = 10,43A$$

Tipus d'instal·lació B1-PVC2 (conductor unifilar en conducte), la secció d'1,5 mm² suporta 15 A, així que és suficient.

Pel que fa a la secció que falta del subquadre del taller, passa el mateix que en els cas de l'oficina. Hi ha dues opcions:

- Línia **monofàsica** de 10,43 + 13,73 = 24,16 A. Aquesta solució implica un cable més gruixut i crea un desequilibri a les fases, de manera que en l'eventualitat de fer una ampliació caldria canviar tota la línia.

- Línia **trifàsica**, que té tres avantatges en relació amb la monofàsica, és a dir, té seccions més petites, més equilibri global de les fases i la possibilitat oberta de noves ampliacions, ja que com que hi ha dues càrregues i hi ha tres fases, en el cas d'una eventual ampliació futura es podrien connectar les noves càrregues a la fase que queda lliure. L'únic inconvenient és el nombre de cables, els quals en el cas de la línia monofàsica són només la fase i el neutre, i, en canvi, en el cas de la trifàsica són les tres fases més el neutre, però tenen una secció més petita.

De manera que, en raó dels avantatges que representa, es posarà la línia trifàsica fins al taller i cables d'1,5 mm² de secció.

Derivació individual. Per calcular la secció de la derivació individual heu de sumar totes les potències de càlcul de la nau industrial i, després d'aplicar-hi els coeficients oportuns, s'obté la potència total: 19,91 kW. El corrent és, doncs, de 32,28 A. De tota manera, segons la ITC-BT-15, la secció de les derivacions ha de ser com a mínim de 6 mm², la qual té una intensitat màxima admissible soterrada de 57 A.

Amb aquestes dades, ja podeu emplenar els apartats 1 i 2 de l'ELEC-3, la memòria tècnica de disseny, tal com es pot veure en la figura 2.13.

FIGURA 2.13. Intensitat i seccions. ELEC-3. Nau industrial

TRAM	Càrrega simultàn. (%)	Potència kW.	cos φ	Intens. A	
Derivacio_individual	1.00	19.91		32.28	
DERIVACIONS	Enlluminat_R	1.00	2.16	0.90	10.39
	Enlluminat_S	1.00	2.16	0.90	10.39
	Enlluminat_T	1.00	2.16	0.90	10.39
	E_emergencia_1	1.00	0.02	0.85	0.11
	E_emergencia_2	1.00	0.02	0.85	0.11
	Aire condicionat	1.00	3.75	0.80	20.30
	Preses_Oficina	1.00	3.00	0.95	13.67
	Enlluminat_oficina	1.00	2.16	0.85	11.00
	E_emergencia_3	1.00	0.02	0.85	0.08
	Preses_corrent	1.00	3.00	0.95	13.67
	Enlluminat_taller	1.00	1.44	0.85	7.34
	E_emergencia_4	1.00	0.02	0.85	0.08

2.4.3 Caigudes de tensió

Una vegada heu calculat les intensitats, heu seleccionat una secció per al cable i calculat sobre el plànol o el croquis les distàncies que han de recórrer els diferents elements, podeu passar a calcular les caigudes de tensió.

Les **caigudes de tensió** han d'estar a dins dels mínims que el Reglament prescriu.

A les instal·lacions d'un únic abonat, no hi ha línia general d'alimentació (LGA), així que podeu tenir una caiguda de tensió màxima de l'1,5%, mentre que en el cas del circuits d'enllumenat la caiguda de tensió màxima és del 3%, i del, 5% per la força.

La figura 2.14 mostra com en cap cas no s'han de superar les caigudes de tensió permeses.

FIGURA 2.14. Caigudes de tensió en la indústria

TRAM	Càrrega simultàn. (%)	Potència kW.	cos φ	Intens. A	Secció per fase mm ²	Long. m	Mòment elec. kW.m	Caiguda de tensió		
								parcial (%)	total (%)	
Derivació_individual	1.00	19.91		32.28	6.0	10.00	199.06	0.49		
DERIVACIONS	Enllumenat_R	1.00	2.16	0.90	10.39	1.5	20.00	43.20	2.35	2.89
	Enllumenat_S	1.00	2.16	0.90	10.39	1.5	20.00	43.20	2.35	2.89
	Enllumenat_T	1.00	2.16	0.90	10.39	1.5	20.00	43.20	2.35	2.89
	E_emergencia_1	1.00	0.02	0.85	0.11	1.5	20.00	0.43	0.02	0.57
	E_emergencia_2	1.00	0.02	0.85	0.11	1.5	20.00	0.43	0.02	0.57
	Aire condicionat	1.00	3.75	0.80	20.30	4.0	12.00	45.00	0.93	1.63
	Preses_Oficina	1.00	3.00	0.95	13.67	1.5	20.00	60.00	3.26	3.96
	Enllumenat_oficina	1.00	2.16	0.85	11.00	1.5	12.00	25.92	1.41	2.17
	E_emergencia_3	1.00	0.02	0.85	0.08	1.5	15.00	0.24	0.01	0.77
	Preses_corrent	1.00	3.00	0.95	13.67	1.5	20.00	60.00	3.26	4.45
	Enllumenat_taller	1.00	1.44	0.85	7.34	1.5	12.00	17.28	0.94	2.17
	E_emergencia_4	1.00	0.02	0.85	0.08	1.5	15.00	0.24	0.01	1.24

La derivació individual té una caiguda de tensió del 0,49%, quan el màxim, ja que no hi ha línia general d'alimentació (LGA), per a un subministrament individual és de l'1,5%.

L'**enllumenat del magatzem** si bé té una caiguda de tensió prou elevada –un 2,89%– no arriba al màxim del 3%. Si hi arribés, hauríeu d'haver augmentat la secció del cable.

Pel que fa als **circuits de força**, com que es tracta de motors i endolls, la caiguda màxima de tensió que tenen és del 4,45%, mentre que en aquest casos la màxima segons el Reglament és del 5%.

2.4.4 Propietats de la instal·lació

En els casos que heu estudiat, s'ha considerat una indústria de caràcter general que no té risc d'incendi o d'explosió (ITC-BT-29), ja que no hi ha presència de substàncies inflamables.

Pel que fa a l'ELEC-2 i l'ELEC-3 no hi ha gaires canvis entre una indústria amb riscos d'incendi o no, tret del **tipus de cable i d'instal·lació**. Pel que fa als corrents màxims, admissibles, i a la caiguda de tensió màxima permesa també cal seguir les mateixes pautes que en qualsevol instal·lació.

En el cas que heu vist de la indústria general, el tipus d'instal·lació es sota un tub, la de tipus B que prescriu la normativa. La **derivació individual** va soterrada i la resta del tub és superficial.

Els cables triats són, en el cas de la derivació individual, el cable RV 0,6/1 kV, per a les línies entre el quadre general de distribució (QGD) i els subquadres (SC) també s'ha emprat el cable RV 0,6/1, i per a la resta de quadres, el cable H07V.

En el cas de les seccions dels conductors neutre i de protecció heu d'utilitzar la mateixa secció que a les fases.

El diàmetre dels tubs es calcula d'acord amb les taules de la BT-ITC-21, com passa amb les distàncies respecte a altres instal·lacions, les alineacions amb elements estructurals de l'edifici, etc.

Atès que no hi ha cap instal·lació a la intempèrie, ni es preveu cap lloc on la instal·lació necessiti una protecció IP especial, no cal emplenar aquest apartat.

2.4.5 Proteccions i esquema unifilar de la instal·lació

Un cop coneguda la secció dels conductors i calculat el corrent que hi pot passar, ara es tracta de protegir aquests cables perquè, en cas de curtcircuit o de sobrecàrrega, el subministrament elèctric es talli i els cables no pateixin cap desperfecte ni provoquin cap incendi. Però la protecció ha de permetre el pas del corrent de funcionament normal. Així doncs, les proteccions han de complir la condició següent:

$$I_n \text{ consum} < I_n \text{ protecció} < I_n \text{ admissible cable}$$

A més de la protecció magnetotèrmica, que protegeix principalment la instal·lació i els aparells connectats a aquesta, cal posar una protecció amb interruptors diferencials per evitar accidents elèctrics deguts a contactes indirectes. De fet, en els diferents documents de tipus ELEC, aquesta és una dada que es demana contínuament i que ha de quedar especificada clarament tant pel que fa a la quantitat com a les característiques.

On millor es pot veure el **sistema de proteccions de la instal·lació** feta és en un esquema unifilar ben detallat. És el document més consultat i més important de la memòria tècnica.

Recordeu que la taula de la memòria tècnica de disseny (ELEC-3), i les línies de l'esquema unifilar (ELEC-2) han de tenir el mateix nom per poder ser identificades.

En la secció "Annexos" del web del mòdul podeu consultar la normativa particular d'Endesa per a subministraments individuals de més de 15 kW.

Començarem pel **conjunt de mesura i protecció (CMP)**, el qual ha de seguir la normativa particular de l'empresa distribuïdora. S'ha escollit una de les intensitats normalitzades per al subministrament individual de més de 15 kW.

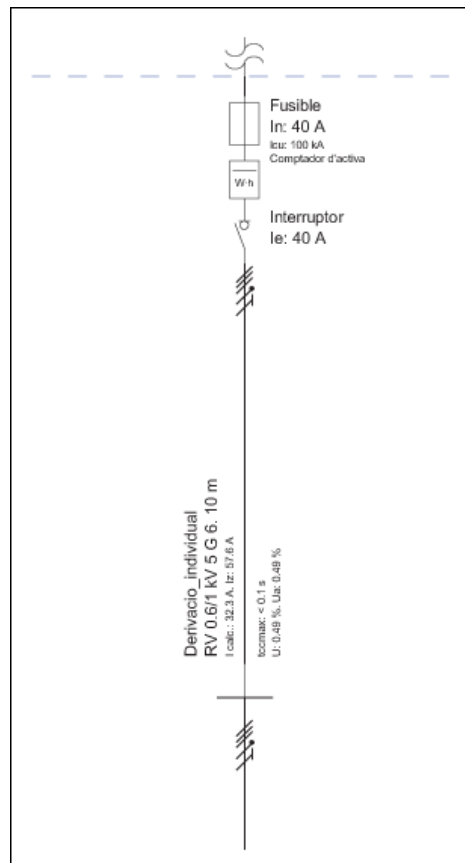
En la taula de l'MTD teniu la **potència de càlcul** i la **potència instal·lada**, i amb aquestes potències us indicaran la modalitat de potència per al CPM que trieu. Així la potència de càlcul és de 19,91 kW i la potència instal·lada de 14,64 kW. Per tant:

$$P = \sqrt{3} \times 400 \times 40 = 27712 \text{ W} = 27,7 \text{ kW}$$

És a dir, la **potència màxima admissible** P serà de 27,71 kW, la qual correspon a una intensitat de 40 A, valor nominal de l'interruptor general automàtic (IGA).

En la figura 2.15 podeu veure un quadre de protecció i mesura (QPM) i la derivació individual.

FIGURA 2.15. QPM i derivació individual

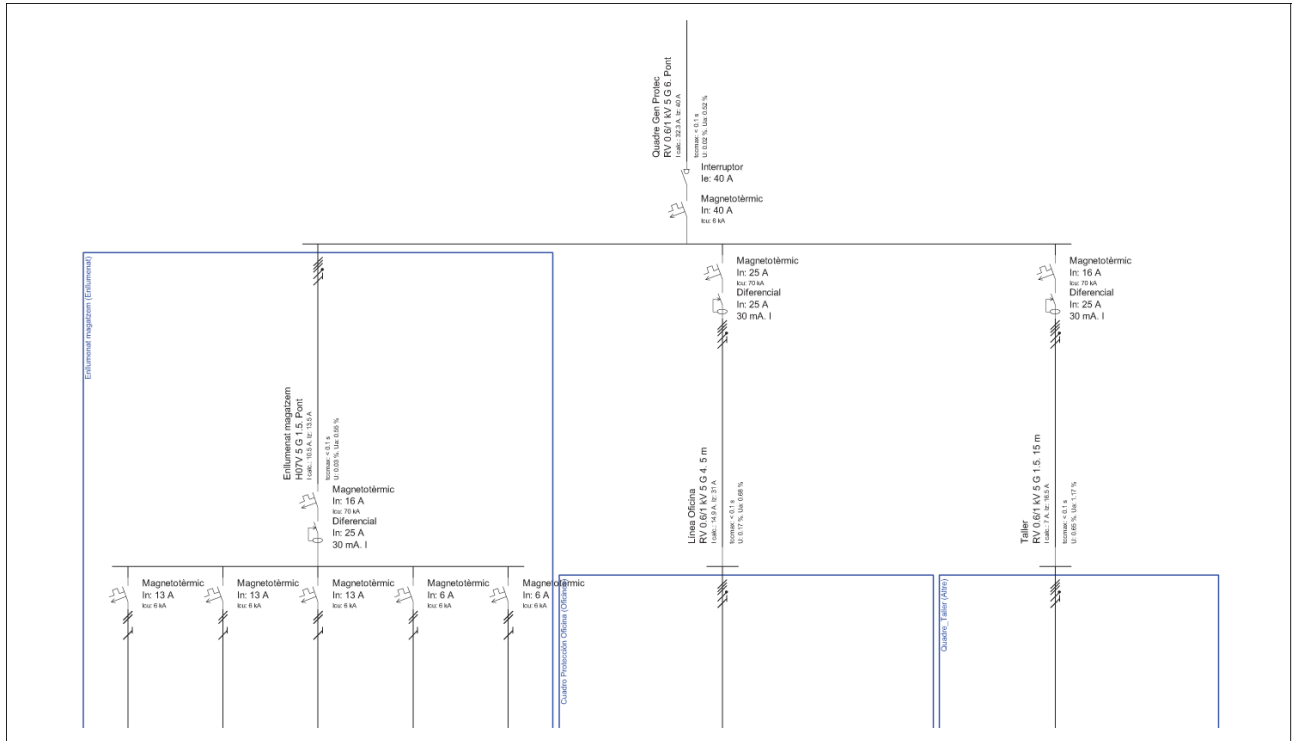


Del quadre de protecció i mesura (QPM), que s'ha col·locat al límit de la propietat de la indústria, surt la derivació individual que arriba fins al quadre general de distribució (QGD), en el qual posareu l'ICP-M, l'IGA i també les proteccions dels subquadres (figura 2.16).

Cal protegir totes les línies amb diferencials, i tal com es pot veure en l'esquema unifilar, en aquest cas cal posar com a mínim un diferencial per al magatzem, un per a les oficines i un altre per al taller. En els casos de l'oficina i del taller, atès que aquests espais tenen un subquadre especial per a ells, s'ha posat un diferencial al quadre general i un altre al subquadre.

En ser un dispositiu directament relacionat amb la seguretat de la instal·lació, el diferencial apareix en molts llocs dels ELEC en què cal indicar el nombre, les característiques i el circuit en el qual es troba.

FIGURA 2.16. Quadre general de distribució industrial



Després cal protegir cada línia amb l'interruptor magnetotèrmic adequat, de manera que es dispari abans d'arribar a la intensitat màxima admissible del cable.

Pel que fa a la corba de disparament, a tots els interruptors magnetotèrmic serà la típica corba C, tret del cas de l'aire condicionat que, en ser un motor, pot ser una corba D.

2.4.6 Terra i aïllament de la instal·lació

Encara falten posar dues dades per acabar d'emplenar l'ELEC-3: la **resistència del terra** i l'**aïllament** de la instal·lació.

Per ser exactes, els valors de la **resistència del terra** i de l'**aïllament** de la instal·lació s'haurien de mesurar, i com sempre han de donar uns valors que es trobin dins dels límits que prescriu el Reglament.

En el cas de la **resistència del terra**, el valor màxim d'aquesta resistència està determinat pel valor màxim de tensió que aquest pot assolir en cas de defecte d'un aparell i la possibilitat d'un contacte indirecte, és a dir:

- 24 V per a locals humits
- 50 V per a la resta de locals

En el cas de la nau industrial que ens ocupa, no es preveu que pugui ser un lloc moll, així que la tensió de contacte no ha de superar els 50 V, i com que els interruptors diferencials tenen una sensibilitat de 30 mA, el valor màxim de la resistència de terra serà:

$$R = \frac{50}{0,03} = 1.666,67 \Omega$$

Qualsevol valor més petit que aquest és suficient, i en general els valors de la resistència del terra són molt més petits. Podem fer una mesura per emplenar la memòria o bé, si es coneix la composició del terreny i dels elèctrodes, aquesta resistència es pot calcular directament.

Pel que fa a la resistència d'aïllament per a diferents tipus de tensions de la instal·lació, els valors han de ser com a mínim els que assenyala la taula 1 de l'apartat 2.3 de l'annex 4 de la Guia-BT, els quals es resumeixen en la taula 2.2.

TAULA 2.2. Valors mínims de la resistència d'aïllament d'una instal·lació

Tensió de la instal·lació	Resistència d'aïllament (kΩ)
Molt baixa tensió de seguretat (MBTS)	250
Molt baixa tensió de seguretat de protecció (MBTP)	
Inferior o igual a 500 V	500
Superior a 500 V	1.000

En el nostre cas, com que la tensió de la instal·lació és igual o inferior a 500 V, l'aïllament de la tensió hauria de ser més gran de 500.000 Ω. Aquest valor, perquè fos exacte, s'hauria de mesurar.

2.4.7 Els altres documents ELEC

L'esquema unifilar (ELEC-2) i la taula dels diferents circuits de la memòria tècnica de disseny (ELEC-3) juntament amb els diferents croquis de la disposició dels elements que formen la instal·lació són els documents més tècnics i que donen més informació sobre la instal·lació.

Els altres documents ELEC contenen informació de caire més administratiu que tècnic, i en tot cas en el certificat (ELEC-4) i en la instància (ELEC-1) es posen els valors més importats de la instal·lació com són la potència màxima admissible, o els que tenen a veure directament amb la seguretat de la instal·lació, com, per exemple, el nombre i les característiques dels interruptors diferencials o el valor de la resistència de terra. Però, de fet, aquests valors ja s'han consignat en l'ELEC-3 i en l'ELEC-2.

