

# Elements de protecció i sistemes d'instal·lacions en edificis d'habitatges

Santiago Cocera Gracia, Carles Revert Boix

Instal·lacions elèctriques d'interior



# Índex

<b>Introducció</b>	<b>5</b>
<b>Resultats d'aprenentatge</b>	<b>7</b>
<b>1 Elements de protecció en habitatges (ITC-BT-18, 22, 23, 24, 26)</b>	<b>9</b>
1.1 Contacte directe i contacte indirecte (ITC-BT-24)	10
1.1.1 Contacte directe. Càlcul del corrent de contacte	10
1.1.2 Protecció contra els contactes directes	11
1.1.3 Contacte indirecte. Càlcul del corrent de contacte	12
1.1.4 Protecció contra els contactes indirectes	14
1.2 El diferencial	16
1.3 El magnetotèrmic (ITC-BT-22)	18
1.3.1 Element tèrmic del magnetotèrmic	19
1.3.2 Element magnètic del magnetotèrmic	20
1.3.3 Corbes de disparament	21
1.3.4 El tipus de corba	22
1.3.5 Selectivitat	23
1.4 L'ICP o Interruptor de control de potència	24
1.5 Proteccions contra sobretensions (ITC-BT-23)	25
1.6 Presa de terra (ITC-BT-18)	29
1.6.1 Resistivitat del terreny	29
1.6.2 Mètodes de mesura de la resistivitat del terreny	31
1.6.3 Càlcul de la resistència màxima de la connexió de terra	32
1.6.4 Tipus d'elèctrodes de connexió de terra	33
1.6.5 Càlcul de la quantitat d'elèctrodes	36
1.6.6 Borns de connexió de terra	37
1.6.7 Conductors de protecció	38
1.6.8 Mesura de les preses de terra	39
1.6.9 Prescripcions generals d'instal·lació a instal·lacions interiors en habitatges (ITC-BT-26)	40
<b>2 Sistemes d'instal·lacions en habitatges (ITC-BT-19, 20, 26)</b>	<b>47</b>
2.1 Tipus d'instal·lacions interiors en general	47
2.1.1 Conductors aïllats sota tubs protectors	47
2.1.2 Conductors aïllats fixats directament sobre les parets	50
2.1.3 Conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció	52
2.1.4 Conductors aïllats sota canals protectores	53
2.1.5 Conductors aïllats sota motlures i sòcols	54
2.1.6 Conductors aïllats en safata o suport de safates	55
2.1.7 Canalitzacions elèctriques prefabricades	56
2.2 Criteris d'elecció del tipus d'instal·lació	58
2.2.1 Condicions externes. Grau IP i IK	58
2.2.2 Elecció de l'instal·lació segons el REBT	60
2.3 Característiques dels cables en funció del tipus d'instal·lació	61

2.3.1	Conductors aïllats sota tubs protectors . . . . .	62
2.3.2	Conductors aïllats fixats directament sobre les parets . . . . .	63
2.3.3	Conductors aïllats directament encastats en estructures . . . . .	64
2.3.4	Conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció . . . . .	64
2.3.5	Conductors aïllats sota canals protectores . . . . .	65
2.3.6	Conductors aïllats sota motlures . . . . .	66
2.3.7	Conductors aïllats en safata o suport de safates . . . . .	66
2.4	Instal·lacions interiors en habitatges. Prescripcions generals (ITC-BT-26). . . . .	67
2.4.1	Tensions d'utilització i esquema de connexió TT. . . . .	67
2.4.2	Quadre general de distribució . . . . .	68
2.4.3	Conductors . . . . .	69
2.4.4	Connexions (ITC-BT-19, 26) . . . . .	70
2.4.5	Sistema d'instal·lació . . . . .	71
2.4.6	Condicions generals . . . . .	73

## Introducció

Per evitar riscos innecessaris la instal·lació interior d'un habitatge ha de complir unes determinades ITC del Reglament electrotècnic de baixa tensió.

En aquesta unitat continuareu estudiant algunes de les ITC del REBT referents als dispositius de protecció que es posen en un habitatge per protegir-nos de contactes directes i indirectes o bé per limitar la potència admissible de la instal·lació o la potència contractada. Després aprofundireu en els diferents tipus d'instal·lació que es poden fer en un habitatge i quins aspectes del muntatge s'han de tenir clars per complir els requisits mínims que especifica el Reglament de baixa tensió.

És important que us acostumeu a utilitzar el Reglament de baixa tensió com una eina de treball i consulta contínua per aclarir qualsevol dubte durant la vostra vida laboral. Estar atents a les actualitzacions del reglament o de les guies tècniques d'aplicació també és molt important per treballar amb la màxima eficàcia i qualitat.

En l'apartat "Elements de protecció en habitatges (ITC-BT-18, 22, 23, 24, 26)", començareu a estudiar com es materialitza la seguretat elèctrica en un habitatge d'un edifici fent servir els diferents dispositius i elements de protecció. Entendre el funcionament dels elements de protecció i saber escollir-los complint amb el Reglament de baixa tensió serà fonamental per evitar riscos per xoc elèctric a les persones o animals, o evitar un escalfament de la instal·lació, que pot acabar en risc d'incendi.

En l'apartat "Sistemes d'instal·lacions en habitatges (ITC-BT-19, 20, 26)", s'estudien exhaustivament els diferents sistemes d'instal·lació existents posant especial atenció en aquells que són adequats per a un habitatge. Per exemple, haurem de tenir clar si la instal·lació la podem fer superficialment, encastada o sobre safata perforada i amb quin tipus de conductors, tubs i canalitzacions. A més, haurem de tenir en compte algunes prescripcions generals sobre el muntatge d'alguns dels elements de la instal·lació com la presa de terra de l'edifici i les seccions mínimes dels conductors de protecció.

Per treballar els continguts d'aquesta unitat didàctica, és convenient anar fent les activitats i els exercicis d'autoavaluació, llegir els annexos i consultar les adreces web d'interès.



## Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat l'alumne/a:

1. Munta la instal·lació elèctrica d'un habitatge amb grau d'electrificació bàsica aplicant el Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT).

- Realitza el pla de muntatge de la instal·lació.
- Realitza la previsió dels mecanismes i elements necessaris.
- Identifica cada un dels elements dins del conjunt de la instal·lació i en catàlegs comercials.
- Comprova el funcionament de la instal·lació (proteccions, presa de terra, entre d'altres).
- Utilitza les eines adequades per a cada un dels elements.
- Aplica el REBT.
- Respecta els temps estipulats.
- Comprova la correcta instal·lació de les canalitzacions permetent la instal·lació dels conductors.
- Elabora un procediment de muntatge d'acord a criteris de qualitat.
- Elabora la llista de materials i el pressupost de la instal·lació elèctrica d'un habitatge seguint el procediment establert.
- Realitza l'esquema de la instal·lació seguint el procediment establert.
- Elabora un procediment de muntatge d'acord a criteris de qualitat.
- Actua amb responsabilitat.
- Resol satisfactòriament els problemes que es presenten.
- Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges.





## 1. Elements de protecció en habitatges (ITC-BT-18, 22, 23, 24, 26)

L'electricitat té molts avantatges i avui en dia és difícil pensar en un món sense electricitat. L'electricitat és capaç de portar-nos a casa l'energia generada per milers de tones d'aigua que cauen per la paret d'un embassament o l'energia produïda per milers de tones de carbó cremant en una central tèrmica. Però tota aquesta energia és perillosa, i quan hi ha molta energia, hem de controlar-la.

Nosaltres tenim l'energia de les grans centrals elèctriques a qualsevol endoll de casa. És a dir, quan hi ha un accident elèctric, tota aquesta energia tendeix a concentrar-se en l'accident.

L'electricitat, com l'aigua, va per on li és més fàcil moure's, allà on troba menys resistència. Si on troba menys resistència és al nostre cos, senzillament ens el pot destrossar de la mateixa manera que ho faria si ens caigués un llamp al damunt. Tota l'energia de les centrals elèctriques tendeix a passar pel nostre cos. I si en realitat això no passa és per la gran quantitat de dispositius de seguretat que es posen al llarg de la xarxa elèctrica, des del seu origen a les centrals elèctriques fins a l'últim endoll de l'última casa o indústria.

Pel que fa a nosaltres, ens toca l'última part de la instal·lació: tot i que ja aplega una quantitat petita d'energia, n'hi ha suficient per sofrir un accident mortal.

Els efectes de l'electricitat sobre el cos humà són nombrosos i depenen principalment del temps de contacte i de la intensitat que ens passi pel cos. També és molt important el recorregut dels electrons pel cos humà, sobretot si passen pel cor o no. Així doncs, caldrà posar les mesures oportunes perquè no hi hagi contacte entre les parts actives de la instal·lació i el cos humà.

Els efectes d'electricitat no només són molt devastadors per al cos humà, sinó també per als materials. I les paraules clau per entendre'ls són escalfor i incendi. Com ja sabem, l'escalfor ve donada per intensitats elevades; així doncs, caldrà limitar els corrents amb dispositius de seguretat, els magnetotèrmics.

La presa de terra és un element molt importat per a la seguretat de les persones i dels béns perquè desvia a terra corrents de defecte. Aquests corrents de defecte podrien ser perjudicials per a instal·lacions i persones. A més a més, també ens protegeixen de les descàrregues atmosfèriques (llamps).

La presa de terra s'estableix principalment per limitar la tensió respecte a terra i així assegura l'actuació de les proteccions (interruptor diferencial) i elimina o disminueix el risc que suposa una avaria als materials elèctrics utilitzats (aïllaments). És com si diguéssim que la presa de terra més l'interruptor diferencial s'encarreguen de detectar i desviar cap a terra les possibles fugues d'electricitat.

Cal també controlar i mesurar que la presa de terra i l'aïllament en general de la instal·lació són correctes. Per a això es fan una sèrie de mesures que en el moment

de la posada en marxa de la instal·lació són obligatòries i després se'n realitzen comprovacions periòdicament.

## 1.1 Contacte directe i contacte indirecte (ITC-BT-24)

Per *contacte directe* entenem aquell en què el cos humà toca directament una part activa, mentre que el contacte indirecte es produeix quan, per defecte d'un equip electrodomèstic o aparell, les seves parts metàl·liques (carcassa) estan en tensió accidentalment. És a dir, quan hi ha contacte indirecte fem contacte amb un element que està en tensió, però no és un conductor de la instal·lació sinó un objecte metàl·lic que està en contacte amb el conductor per un defecte d'aïllament.

Per ser més exactes, el REBT els defineix així en la ITC-BT-01:

### Parts actives

Considerem parts actives els conductors i elements que estan en tensió en servei normal i per un defecte d'aïllament.

**Contacte directe:** contacte de persones o animals amb parts actives dels materials i equips.

**Contacte indirecte:** contacte de persones o animals domèstics amb parts que s'han posat sota tensió com a resultat d'una fallada d'aïllament.

### 1.1.1 Contacte directe. Càlcul del corrent de contacte

Quan es produeix un contacte directe passa un corrent elèctric pel cos de la persona. Si hem de calcular el corrent que passa pel cos, hem de conèixer-ne la resistència total. Cal tenir en compte, a més de la resistència del cos, la que hi ha entre, per exemple, la mà i el conductor que es toca. En total cal preveure les següents resistències:

- **Resistència de contacte ( $R_C$ ):** és la resistència entre el punt de contacte, normalment la mà, i la part activa, normalment un conductor.
- **Resistència del cos ( $R_H$ ):** és la resistència del cos al pas de corrent.
- **Resistència de retorn ( $R_R$ ):** resistència entre el punt del cos i per on torna el corrent. Normalment el peu.
- **Resistència del terra ( $R_S$ ):** resistència elèctrica del terra on ha tingut lloc el contacte.
- **Resistència de la presa de terra del neutre del transformador ( $R_{TN}$ ):** és la resistència de la presa de terra del neutre del secundari del transformador que origina la tensió de la instal·lació.

Considerem un terra aïllant quan té una resistència més gran que  $50.000\Omega$ .

Cal no confondre el terra o sòl per on trepitgem amb la presa de terra, que és l'elèctrode on es connecta la instal·lació al terreny.

En la figura 1.1 podem veure representades les resistències i el corrent de contacte.

Podem apreciar que totes les resistències estan en sèrie i això fa que tot el corrent sigui el mateix al llarg del circuit, circuit del qual forma part el cos humà. Hi tenim 5 resistències en sèrie, la qual cosa vol dir que se sumen. El corrent de contacte directe serà, aplicant una vegada més la llei d'Ohm, la que es determina a continuació:

$$I_H = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_C + R_H + R_R + R_S + R_{TN}}$$

#### Exemple de càlcul de corrent en cas de contacte directe

Si tenim en compte que la resistència d'una persona és  $1.500 \Omega$ , la resistència del terra és  $5.000 \Omega$ , la resistència de contacte amb la mà és de  $500 \Omega$ , la resistència de contacte amb el peu és de  $5.000 \Omega$ , i la resistència de la presa de terra és de  $20 \Omega$ .

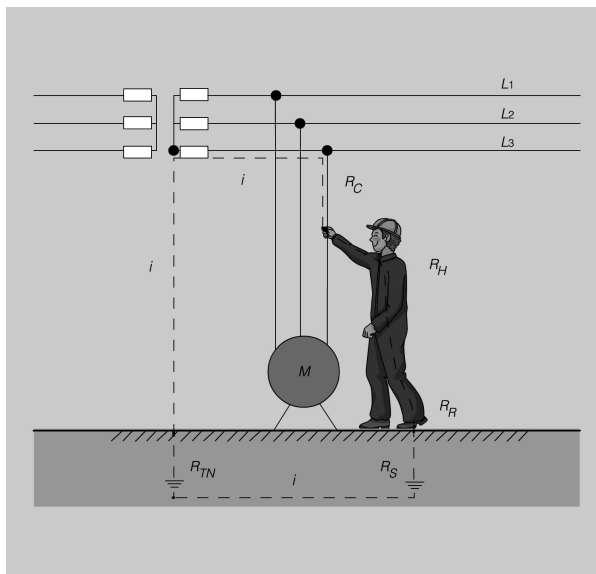
Quin corrent travessarà el cos en cas d'un contacte directe amb la fase de 230 V de tensió?

**Solució:**

$$\begin{aligned} I_H = \frac{V}{R} &= \frac{V}{R_C + R_H + R_R + R_S + R_{TN}} = \frac{230}{500 + 1500 + 5000 + 5000 + 20} = \\ &= \frac{230}{12.020} = 0,019 \text{ A} = 19 \text{ mA} \end{aligned}$$

Aquest corrent ja és important, encara que no arribaria a produir fibril·lació ventricular.

**FIGURA 1.1.** Resistències implicades en un contacte directe



### 1.1.2 Protecció contra els contactes directes

La protecció contra els contactes directes consisteix a prendre les mesures destinades a protegir les persones contra els perills que poden derivar d'un contacte amb les parts actives dels materials elèctrics. Aquestes proteccions, que trobem descrites al RBT-ITC-24, són habitualment els següents:

- Protecció per aïllament de les parts actives.
- Protecció per mitjà de barreres i embolcalls.
- Protecció per mitjà d'obstacles.
- Protecció per posada fora de l'abast per allunyament.
- Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial residual.

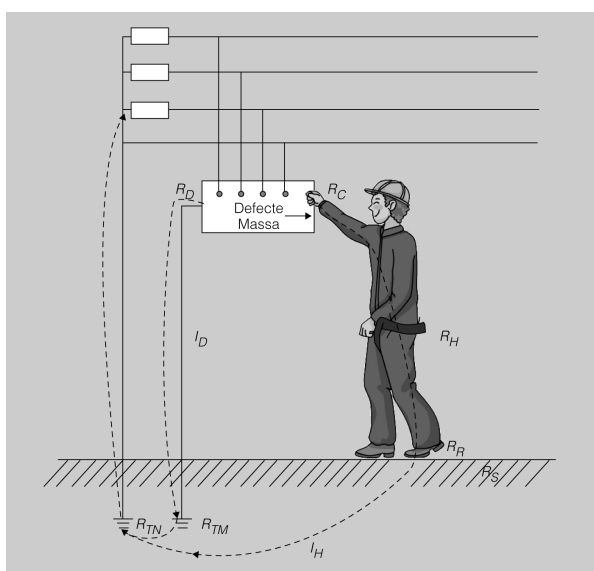
Com podem veure, la forma més comuna de protegir-se dels contactes directes és evitar o posar els mitjans necessaris per evitar el contacte d'una part activa amb el cos.

A més d'aquests tipus, podem utilitzar la protecció mitjancant dispositius de corrent diferencial residual, però aquesta protecció, com clarament diu el Reglament, és complementària; és a dir, la utilització d'aquests dispositius no constitueix per si mateixa una mesura de protecció completa i requereix l'ús de qualsevol dels tipus de protecció anteriors.

### 1.1.3 Contacte indirecte. Càlcul del corrent de contacte

El contacte indirecte es dona quan una massa queda accidentalment en tensió i és tocada per una persona, i aleshores la persona també rep la tensió, encara que de forma indirecta, a través de la massa.

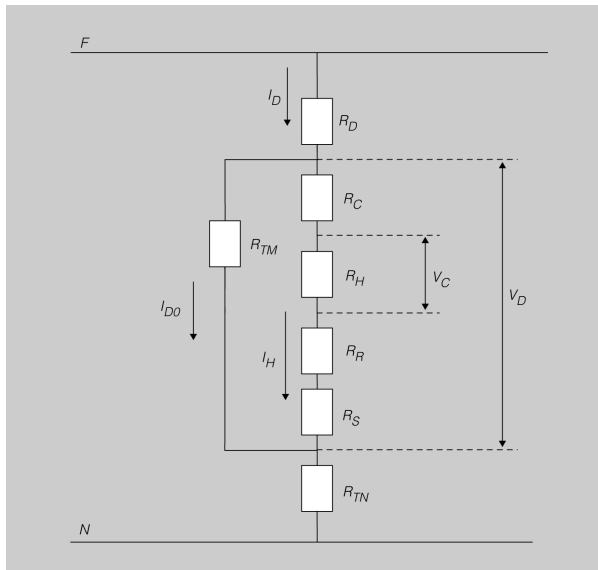
FIGURA 1.2. Contacte indirecte



El càlcul del corrent que travessa el cos al contacte indirecte és més complex perquè no és un circuit en sèrie, sinó que és un circuit en paral·lel format pel corrent que travessa el cos humà i el corrent que es desvia per la massa a la presa de terra, com es pot veure en la figura 1.2.

Per entendre'n millor el càlcul, podem fer-nos l'esquema que es presenta en la figura 1.3.

**FIGURA 1.3.** Esquema del contacte indirecte



En la figura 1.2 figura 1.3 veiem que les resistències que cal tenir en compte són les mateixes que les del contacte directe més la resistència de defecte i la resistència de la presa a terra de les masses:

- **Resistència de defecte d'aïllament ( $R_D$ ):** resistència entre les parts actives de la instal·lació i la massa que està accidentalment en tensió.
- **Resistència de la presa de terra de les masses ( $R_{TM}$ ):** la resistència entre la massa i la presa de terra de la instal·lació. Cal no confondre-la amb la resistència de la presa de terra del transformador ( $R_{TN}$ ).

En la figura 1.2 figura 1.3 també hi ha dos conceptes més:

- **Tensió de defecte ( $V_D$ ):** tensió que apareix a causa d'un defecte d'aïllament, entre dues masses, entre una massa i un element conductor, o entre una massa i una presa de terra de referència, és a dir, un punt en el qual el potencial no es modifica en restar la massa en tensió.
- **Tensió de contacte ( $V_C$ ):** tensió que apareix entre parts accessibles simultàniament, quan hi ha una fallada d'aïllament. Per conveni aquest terme només s'utilitza amb relació a la protecció contra contactes indirectes. En molts casos el valor de la tensió de contacte resulta influït notablement per la resistència que presenta la persona en contacte amb aquestes parts.

Ara descriurem el procediment més ràpid per calcular la  $I_H$  (corrent que travessa el cos humà), encara que, com en qualsevol circuit elèctric, es pot calcular de diverses formes:

1) El primer seria calcular el corrent total; és a dir  $I_D$ . Per calcular-lo apliquem la llei d'Ohm a través del recorregut fase-massa-terra:

$$I_D = \frac{V}{R_D + R_{TM}}$$

2) La tensió de defecte serà:

$$V_D = I_D \cdot R_{TM}$$

3) Quan es produeix un contacte indirecte, el recorregut del corrent pel cos serà mà-cos-peu-terra i la resistència de pas serà la suma de les resistències de contacte (figura 1.3): cos, retorn i terra (i no la presa de terra). Així doncs, el corrent  $I_H$  que travessa el cos humà serà:

$$I_H = \frac{V_D}{R_C + R_H + R_R + R_S}$$

4) La tensió de contacte serà:

$$V_C = I_H \cdot R_H$$

#### Exemple de càlcul en cas de contacte indirecte

Calculeu el corrent que travessa una persona, les tensions de contacte i defecte quan una persona toca accidentalment una massa, com per exemple la carcassa d'una rentadora, que està en tensió de fase de 230 V, en el cas que les resistències siguin les següents:

La resistència de la persona són 1.000  $\Omega$ , la resistència del terra són 50 k $\Omega$ , la resistència de contacte amb la mà són 500  $\Omega$ , la resistència de contacte amb el peu descalç i mullat és de 20  $\Omega$ , la resistència de defecte entre la massa i la fase és de 40  $\Omega$ , i la resistència de la presa de terra és de 20  $\Omega$ .

#### Solució

Primer calcularem el corrent fase-massa-terra, o corrent de defecte:

$$I_D = \frac{V}{R_D + R_{TM}} = \frac{230}{40 + 20} = 3,83 \text{ A}$$

Així doncs, la tensió de contacte serà:

$$V_D = I_D \cdot R_{TM} = 3,83 \cdot 20 = 76,6 \text{ V}$$

Quan es produeix un contacte indirecte el recorregut del corrent serà en aquest cas mà-cos-peu-terra (no s'ha de confondre el terra amb la presa de terra). Caldrà sumar totes aquestes resistències:

$$\begin{aligned} I_H &= \frac{V_D}{R_C + R_H + R_R + R_S} = \frac{76,6}{500 + 1000 + 20 + 50000} = \\ &= \frac{76,6}{51.520} = 0,00147 \text{ A} = 1,47 \text{ mA} \end{aligned}$$

I podem acabar dient que la tensió de contacte és:

$$V_C = I_H \cdot R_H = 0,00147 \cdot 1.000 = 1,47 \text{ V}$$

### 1.1.4 Protecció contra els contactes indirectes

Recordem que un contacte indirecte és el contacte de persones o animals domèstics amb parts que s'han posat sota tensió com a resultat d'una fallada d'aïllament. Així que les proteccions per als contactes indirectes estan basades en la detecció

de la fallada d'aïllament, que consisteix en el fet que no produeixi aquesta fallada i, per acabar, si es produeix una fallada d'aïllament i una persona té contacte amb una massa en tensió, que el corrent que pugui passar per la persona sigui el mínim possible, tant en quantitat com en durada. I per això són diverses les formes de protecció contra els contactes indirectes que descriu la ITC-BT-24:

- Protecció per tall automàtic de l'alimentació.
- Protecció per ús d'equips de la classe II o per aïllant equivalent.
- Protecció als locals o emplaçaments no conductors.
- Protecció mitjançant connexions equipotencials locals no connectades a terra.
- Protecció per separació elèctrica.

Com es pot veure, són diversos els sistemes, però tots tenen en comú el mateix fet: que el corrent de defecte sigui el mínim possible. I això s'aconsegueix augmentant la resistència o disminuint la tensió. Com sempre, ens remetrem a la llei d'Ohm, que ens diu que per disminuir la intensitat sempre cal augmentar la resistència o baixar la tensió.

A continuació comentem en què consisteixen les proteccions contra els contactes indirectes:

1. **Protecció per tall automàtic de l'alimentació.** Consisteix a detectar un possible defecte d'un element o equip de la instal·lació en la massa del qual queda en tensió per un defecte d'aïllament i, si es dona aquest cas, que es talli l'alimentació. La forma més comuna és utilitzar un dispositiu de corrent diferencial residual.
2. **Protecció mitjançant l'ús d'equips de la classe II.** Consisteix a utilitzar equips que tinguin un doble aïllament i la carcassa també sigui aïllant, i aleshores és impossible el contacte amb una massa amb tensió perquè no és una massa conductora. Evidentment, aquests equips han d'estar comprovats i seguir la normativa per ser classificats com a equips de classe II.
3. **Protecció als locals o emplaçaments no conductors.** És a dir, amb una resistència del terra més gran que  $50 \text{ k}\Omega$ . D'aquesta manera, encara que toquem una massa accidentalment en tensió, ni hi ha retorn per terra, ni el corrent passa pel nostre cos.
4. **Connexions equipotencials no connectades a terra o per separació elèctrica.** Del que es tracta és que no hi hagi una diferència de potencial entre el terra que trepitgem i les possibles masses.

---

Diferencial vol dir la diferència entre el corrent que entra i el que surt.

---

---

Suposem que una resistència de  $50 \text{ k}\Omega$  és ja un no conductor.

---

## 1.2 El diferencial

El tall automàtic de corrent d'alimentació per corrent diferencial residual és una de les formes per protegir-nos dels contactes directes, i sobretot dels indirectes.

El dispositiu que és capaç de detectar un corrent diferencial residual és l'anomenat generalment *diferencial*. Veiem què és exactament el corrent diferencial residual.

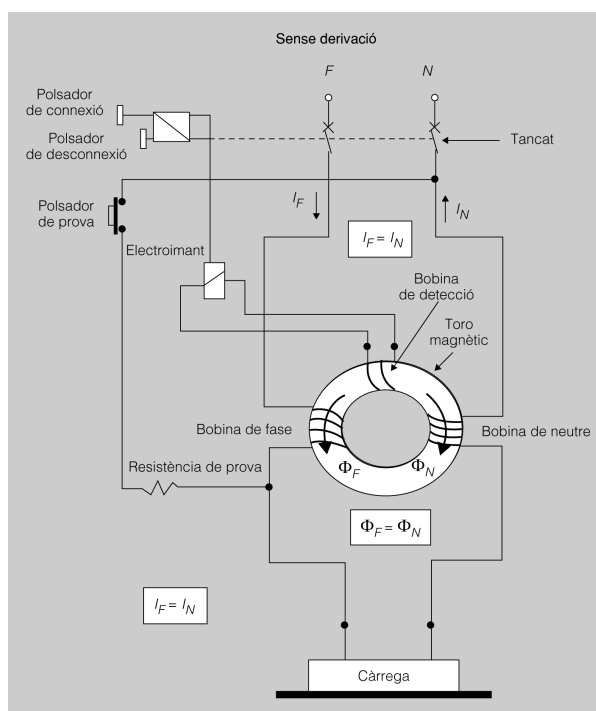
**El corrent diferencial residual** és la suma algebraica dels valors instantanis dels corrents que circulen a través de tots els conductors actius d'un circuit en un punt d'una instal·lació elèctrica.



Els interruptors diferencials tenen un pulsador amb la lletra T (test) i s'han d'escollir per la seva sensibilitat i corrent nominal.

És a dir, tot el corrent que entra pels conductors ha de sortir pels conductors. Si hi ha un corrent que no surt pels conductors és que surt per una altra banda, com per exemple un defecte d'aïllament i un corrent que torna al transformador per les preses de terra. Quan això passi, l'interruptor diferencial ha de tallar l'alimentació a la part d'instal·lació afectada. Així, podem definir l'interruptor diferencial de la següent manera:

**FIGURA 1.4.** Interruptor diferencial. Sense corrent diferencial residual



**Interruptor diferencial** és l'aparell electromecànic o associació d'aparells destinats a provocar l'obertura dels contactes quan el corrent diferencial arriba a un valor determinat.



Per entendre millor tots aquests conceptes cal entendre com funciona l'interruptor diferencial, a través de quin mecanisme és capaç de detectar un corrent diferencial residual, com és capaç de fer una suma de corrents...

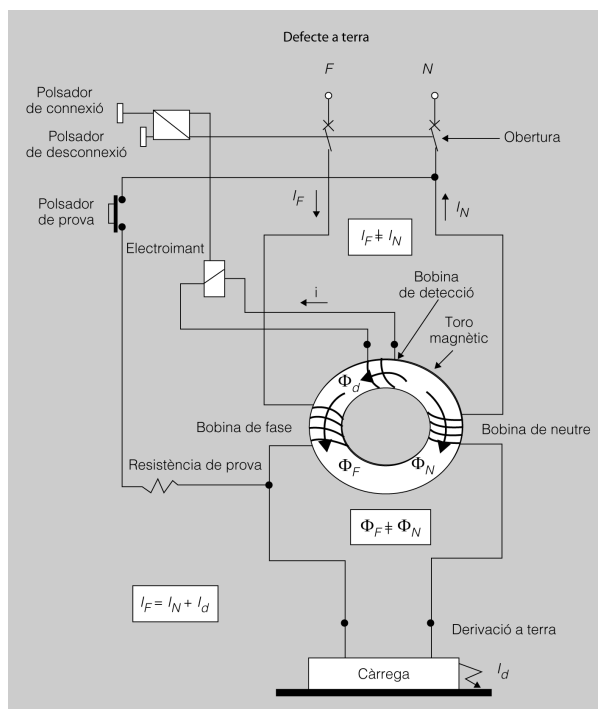
Per comprendre el funcionament del diferencial cal comprendre el d'un transformador. El diferencial té un transformador toroïdal, on van enrotllats la bobina de la fase i la bobina del neutre amb el mateix nombre d'espires.

Si mirem la figura 1.4 veurem que el corrent que passa per la fase ( $I_F$ ) crea un flux de fase ( $\Phi_F$ ). Al mateix temps, el corrent que passa pel neutre ( $I_N$ ) crea un flux de neutre ( $\Phi_N$ ). El corrent que entra és el mateix que el que surt ( $I_F = I_N$ ), però en sentit contrari: l'un entra i l'altre surt. Com que els corrents són els mateixos, els fluxos també són els mateixos però en sentit contrari ( $\Phi_F = \Phi_N$ ). En ser els fluxos de sentit contrari s'anul·len, així que no entra en funcionament el tercer bobinatge, el bobinatge de detecció. Aquest bobinatge és el que acciona l'interruptor, però ha de passar un flux per dins de la bobina, i com que no n'hi ha perquè s'anul·la, l'interruptor no entra en funcionament.

Vegem ara com entra en funcionament i es dispara deixant sense alimentació la instal·lació (figura 1.5).

Quan tenim un defecte a terra -és a dir, hi ha un corrent que torna al transformador per terra ( $I_d$ )-, tot el corrent que entra surt per dos llocs, pel neutre i pel terra. Tenim que  $I_F \neq I_N$  perquè  $I_F = I_N + I_d$ . Aleshores  $I_F$  crea un flux  $\Phi_F$  que és diferent al flux  $\Phi_N$ , perquè com hem dit  $I_F$  és diferent de  $I_N$ . Apareix així un flux dins del tor magnètic, aquest flux  $\Phi_d = \Phi_F - \Phi_N$  fa que per la bobina de detecció es creï una diferència de potencial que actua sobre l'electroimant i obri el circuit d'alimentació.

FIGURA 1.5. Interruptor diferencial amb corrent diferencial residual

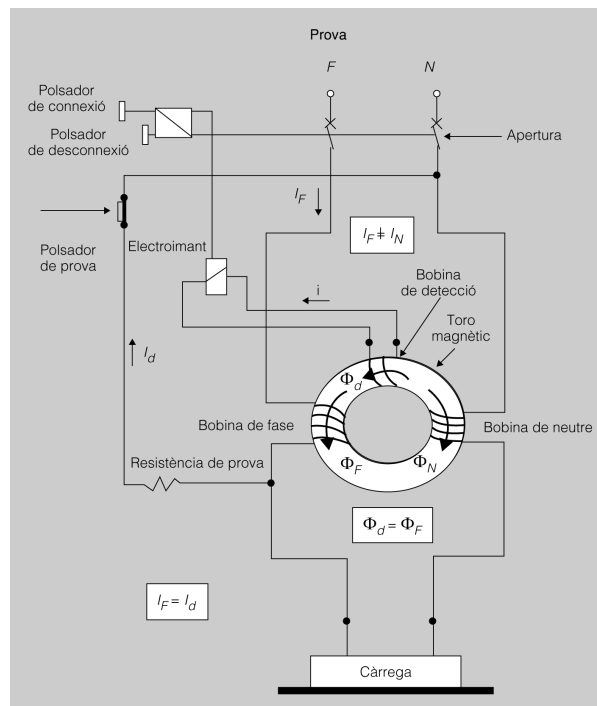


En la secció "Annexos" del web hi ha una animació per veure les diferències internes de l'interruptor diferencial, amb derivació i sense, i amb polsador de prova.

Una altra possibilitat de fer disparar l'interruptor diferencial és mitjançant un polsador de prova que tots incorporen (polsador de TEST). Per veure'n el funcionament de prova vegeu la figura 1.6.

El principi de funcionament és el mateix, però aquesta vegada en comptes d'un corrent que surt per terra és un corrent que passa per fora de l'anell. És a dir, el corrent de defecte ( $I_d$ ) passa pel polsador de prova i fa que el corrent de fase i de neutre no siguin iguals ( $I_N \neq I_F$ ). Això provoca que, com en el cas anterior, els fluxos al tor no siguin iguals i de sentit oposat, aleshores hi ha un flux que fa anar la bobina de detecció i obre l'interruptor que talla l'alimentació de la instal·lació.

FIGURA 1.6. Interruptor diferencial. Polsador de prova



### 1.3 El magnetotèrmic (ITC-BT-22)

El magnetotèrmic, que com indica el nom està compost per un element tèrmic i un element magnètic, també s'anomena *PIA* (petit interruptor automàtic), i és definit per l'ITC-BT-01 de la següent manera:

**Interruptor de control de potència i magnetotèrmic:** aparell de connexió que integra tots els dispositius necessaris per assegurar de forma coordinada el comandament, la protecció contra sobrecàrregues i la protecció contra curtcircuits.

Com es veu en la definició del Reglament, no solament defineix *magnetotèrmic*, sinó que també defineix *interruptor de control de potència*, ja que tots dos dispositius són molt semblants, tot i que cadascun compleix una funció diferent.

L'interruptor de control de potència (ICP) és un dispositiu que té el mateix funcionament que el magnetotèrmic. És a dir, que es basa en el mateix principi de funcionament. La diferència és que, mentre el magnetotèrmic és un element de seguretat per a la instal·lació, l'interruptor de control de potència (ICP) no és un dispositiu de seguretat, sinó un dispositiu que les companyies de subministrament elèctric obliguen a posar als seus contractats perquè no es passin de la potència contractada.

A efectes pràctics, un ICP és com un magnetotèrmic però que dispara molt ràpidament quan se sobrepassa la potència contractada a la companyia subministradora.

Tots dos dispositius tenen el mateix principi de funcionament: limiten el corrent que passa per la instal·lació; el magnetotèrmic per qüestions de seguretat i l'ICP per qüestions de potència màxima contractada.

En la definició també es parla de curtcircuit i de sobrecàrrega. Moltes vegades al principi la diferència entre un fenomen i l'altre és poc clara, però saber distingir l'un de l'altre és fonamental.

**Curtcircuit:** es produeix per la connexió accidental entre conductors actius (fase-fase o fase-neutre), que originen una elevada intensitat en un període molt curt de temps que destrossa els circuits, que no poden suportar una intensitat tan alta.

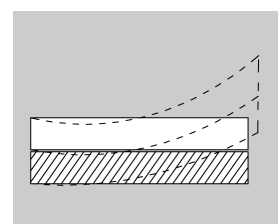
**Sobrecàrrega:** es produeix quan per un circuit circula un corrent elèctric més elevat que el nominal perquè hem connectat més receptors dels que aguanta la instal·lació. En un principi no hi ha cap defecte d'aïllament, però sí que es produeix un escalfament excessiu i provoca el deteriorament dels aïllants i en redueix la vida útil.

La desconexió del magnetotèrmic és automàtica quan hi ha una sobrecàrrega o un curtcircuit. Però també pot ser manual si s'acciona la maneta de maniobra. La connexió o la reconexió després d'una desconexió del magnetotèrmic és sempre manual, i això vol dir que després d'una desconexió la reconexió ha de realitzar-la manualment una persona. Si el defecte, tant sobrecàrrega com curtcircuit, segueix present a la instal·lació la maneta manual no reconnectarà el magnetotèrmic. I a més a més, en el cas de sobrecàrrega, encara que aquesta ja no hi sigui present al circuit, cal esperar una mica fins que el magnetotèrmic es refredi perquè l'escalfament i el refredament és un procés que necessita el seu temps.

### 1.3.1 Element tèrmic del magnetotèrmic

L'element tèrmic del magnetotèrmic pot ser un bimetal·lic. Aquest bimetal·lic té forma de làmina i a través d'ella passa el corrent, de manera que com més corrent passi, més s'escalfa.

Un endoll amb molts electrodomèstics d'elevat consum és un cas típic de sobrecàrrega.



S'observa com el bimetal·lic es doblega per efecte Joule.

És conegut el fenomen de dilatació que ofereixen els metalls quan s'escalfen, i és aquest fenomen físic el que s'utilitza com a principi per al funcionament de l'element tèrmic del magnetotèrmic.

Com que els dos metalls són diferents tenen diferents coeficients de dilatació, la qual cosa fa que en estar tots dos junts es dobleguin i accionin així els contactes de l'interruptor.

L'element tèrmic del magnetotèrmic actua en cas de sobrecàrrega, però no en cas de curtcircuit. L'element tèrmic té el principi de funcionament en l'escalfament, i el que produeix aquest escalfament és una sobrecàrrega. L'escalfament i la dilatació dels metalls és un procés molt lent i un curtcircuit és tan ràpid que no dóna temps que produeixi la dilatació dels metalls. Així es fa necessari un altre element que sigui capaç de detectar els grans i instantanis corrents d'un curtcircuit.

El circuit de detecció tèrmic és més lent que el circuit de detecció magnètic

L'element **tèrmic** del magnetotèrmic només actua en cas de sobrecàrrega.

### 1.3.2 Element magnètic del magnetotèrmic

L'element magnètic del magnetotèrmic està dissenyat per actuar quan es produeix un curtcircuit, un corrent molt elevat per un període de temps molt curt.

Per detectar aquest corrent s'utilitza la bobina amb un nucli mòbil. El principi de funcionament és com el de qualsevol relé.

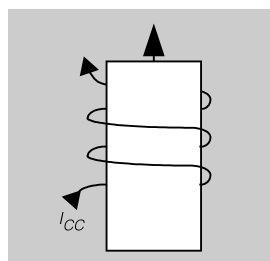
Una bobina, és a dir, un conductor enrotllat amb forma d'espiral dins de la qual hi ha un nucli de ferro mòbil, quan passa un corrent pel conductor de la bobina es crea un camp magnètic que fa que el nucli de ferro mòbil es bellugui, aquest moviment dispara el dispositiu, fa que s'obrin els contactes ràpidament i es talla així l'alimentació a la instal·lació de manera que evita possibles accidents més greus.

Una vegada més cal recordar que el sistema magnètic està previst perquè funcioni quan n'hi hagi prou amb un corrent i faci que el nucli de ferro es bellugui. I això no passa per una sobrecàrrega ja que aquesta no és un corrent prou fort, cal que sigui el corrent fort d'un curtcircuit. Així doncs, cal que ens quedi ben clar el següent:

L'element **magnètic** del magnetotèrmic només entra en funcionament amb un curtcircuit.

Vegem ara la disposició aproximada de cadascun dels elements dins de l'interruptor magnetotèrmic (figura 1.7).

Com es pot veure en la figura 1.7, el magnetotèrmic té la bobina magnètica que actua en cas de curtcircuit i el bimetal·la que actua quan hi ha un escalfament lent



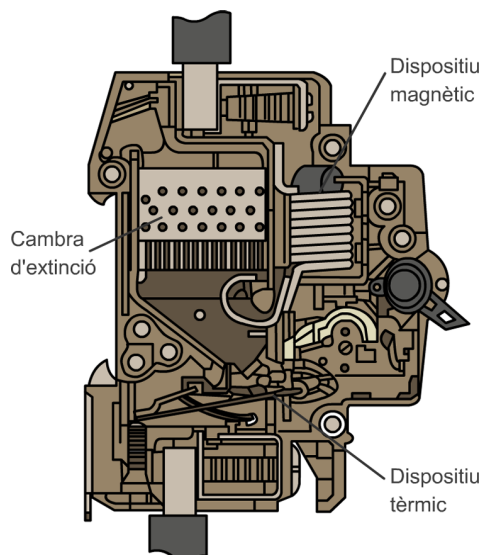
Element magnètic del magnetotèrmic.

#### Intensitat màxima de curtcircuit

Hi ha una intensitat màxima de curtcircuit que el magnetotèrmic pot interrompre sense sofrir cap deteriorament. Els valors nominals d'intensitat màxima de curtcircuit són 3, 6, 10 i 15 kA, dels quals el de 6 kA és el més utilitzat a les cases.

però constant, és a dir, una sobrecàrrega. I per mitjà de palanques i molls s'obren els contactes que accionen el circuit d'alimentació de la instal·lació. Com que normalment les instal·lacions estan alimentant diferents càrregues, pels contactes passa un corrent que no pot ser interromput bruscament sense que es creï un arc elèctric. Perquè aquest arc elèctric sigui tan curt com sigui possible a dins del magnetotèrmic hi ha l'anomenada *cambra d'extinció* (vegeu la figura 1.7).

FIGURA 1.7. Disposició interna del magnetotèrmic



La qualitat i la grandària dels contactes i de la cambra d'extinció faran que el magnetotèrmic duri més o menys anys, i que sigui capaç d'obrir el circuit encara que els corrents que passin en aquest moment siguin molt grans. Aquests corrents són molt grans perquè hem de tenir en compte que el magnetotèrmic ha d'obrir el circuit quan tinguem un curtcircuit, i els corrents de curtcircuit poden ser molt alts, per exemple 3.000 A.

Per veure com es produeix l'espurna que fa separar els contactes del magnetotèrmic, consulteu la secció "Annexos" que trobareu al web.

### 1.3.3 Corbes de disparament

Les corbes de disparament són uns gràfics on podem veure i estudiar el comportament o funcionament del magnetotèrmic en funció del corrent elèctric que volem limitar (figura 1.8). Són les corbes límit on veiem si el magnetotèrmic entrarà en funcionament, és a dir, si desconnectarà el circuit d'alimentació de la instal·lació.

La gràfica consisteix -com la majoria dels gràfics en dos eixos- en un eix *x*, on indiquem la intensitat que passa pel magnetotèrmic, i un eix *y*, on indiquem durant quant de temps ha de passar aquesta intensitat fins que el magnetotèrmic es dispari.

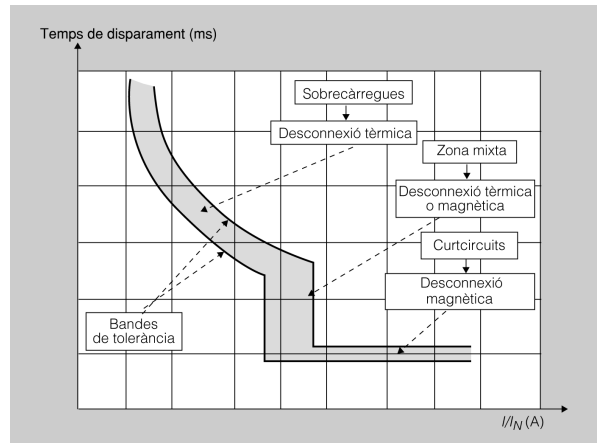
Si un motor consumeix 27 A, li posarem un magnetotèrmic de 32 A.

El temps (eix *y*) és donat normalment als catàlegs dels fabricants en ms (mil·lisegons) i la intensitat és donada en un tant per cent de la nominal. La nominal és la intensitat per la qual està dissenyat el magnetotèrmic. Les intensitats

nominals dels PIA o magnetotèrmic són: 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 i 63 A. És a dir, difícilment trobarem un magnetotèrmic de 27 A, caldrà posar-lo de 32 A.

Per al mateix principi de funcionament hi ha dues parts ben diferenciades, per una banda, la part tèrmica i per l'altra, la part magnètica, ja que a les corbes hi ha dues parts: la part tèrmica i la part magnetotèrmica.

FIGURA 1.8. Corbes de disparament dels magnetotèrmics



### 1.3.4 El tipus de corba

El magnetotèrmic cobreix o ens dona protecció enfront de curtcircuits i sobrecàrregues a la instal·lació, però no totes les instal·lacions són iguals. Hi ha instal·lacions generals, com les d'un habitatge, que donen corrent a elements de molts diversos tipus, però de poca intensitat. Tanmateix, hi ha instal·lacions industrials que alimenten només motors o transformadors que tenen grans intensitats, sobretot en el moment d'engegar-los. Sembla clar que no es pot utilitzar un mateix tipus de magnetotèrmic per a l'habitatge i per a la indústria amb motors de gran potència.

Com es veu en la figura 1.9, hi ha principalment 3 tipus de magnetotèrmics, pel que fa al tipus de corbes.

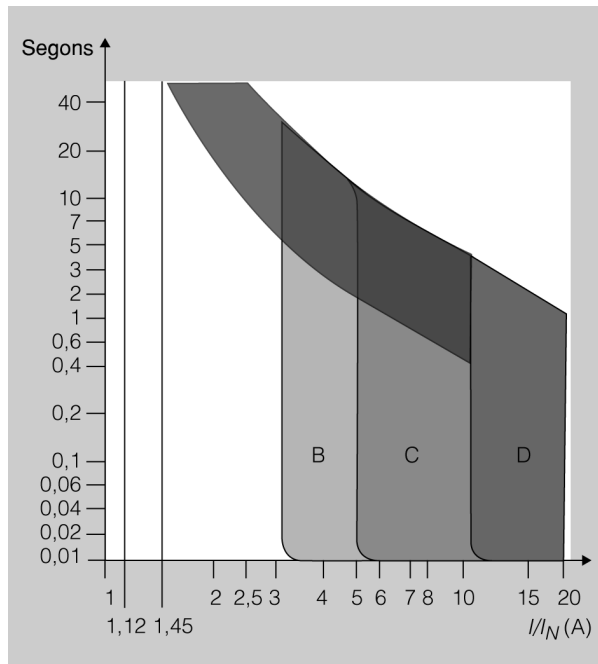
- **Tipus de corba B:** aquí els magnetotèrmics tenen una desconnexió tèrmica o magnètica entre 3 i 5 vegades la nominal. És a dir, si el magnetotèrmic té un corrent nominal de 32 A, dispararà entre 96 A i 160 A. Aquests magnetotèrmics s'utilitzen principalment per a generadors i cables de gran longitud on no hi ha pics importants de corrent.
- **Tipus de corba C:** aquí els magnetotèrmics tenen una desconnexió tèrmica o magnètica entre 5 i 10 vegades la nominal i són els més utilitzats per a circuits d'enllumenat i preses de corrent generals com per exemple als habitatges.
- **Tipus de corba D:** aquí els magnetotèrmics, que tenen un disparament entre 10 i 20 vegades el corrent nominal, s'utilitzen en llocs o instal·lacions on hi

En un transformador de soldadura per arc posarem un magnetotèrmic tipus D.

En un habitatge posarem un magnetotèrmic de tipus C.

ha connectats receptors que tenen un fort corrent d'engegada, com ara els transformadors per soldadura per arc, o els motors de gran potència.

**FIGURA 1.9.** Diferents corbes de disparament dels magnetotèrmics

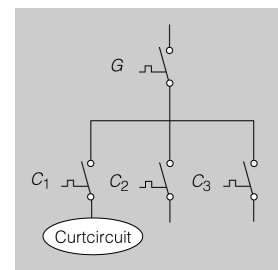


A la indústria un cas molt típic és un transformador per soldadura per arc elèctric que en el moment d'engegar-lo el magnetotèrmic es dispara. La solució típica però equivocada és posar un magnetotèrmic d'una intensitat nominal molt superior a la que consumeix el transformador, però d'aquesta manera no estem protegint-lo enfront de sobrecàrregues. La solució correcta és posar un magnetotèrmic de corba tipus D i intensitat nominal lleugerament superior a la nominal del transformador. En ser tipus D no es dispararia en l'engegada i el transformador quedaria protegit per sobrecàrrega.

### 1.3.5 Selectivitat

La selectivitat tracta de fer que es desconnecti aquell magnetotèrmic que està més a prop del defecte (curtcircuit o sobrecàrrega) i no el general. Si el quadre té diversos circuits protegits per magnetotèrmics locals i un magnetotèrmic general, la selectivitat tracta que es dispari només el que protegeix un circuit i no el general. En cas que es desconnecti el magnetotèrmic general, quedarà tota la instal·lació sense corrent, mentre que si ho fa només un circuit, en aquest cas, el circuit on hi ha el curtcircuit o la sobrecàrrega, aquest queda desconnectat i la resta, que no tenen cap problema, poden seguir funcionant.

Si per exemple tenim 3 circuits de 20 A, i posem en cadascun dels circuits un magnetotèrmic de 20 A, i també posem un magnetotèrmic general de 50 A, la cosa normal és que enfront d'una sobrecàrrega de 45 A es dispari el magnetotèrmic del

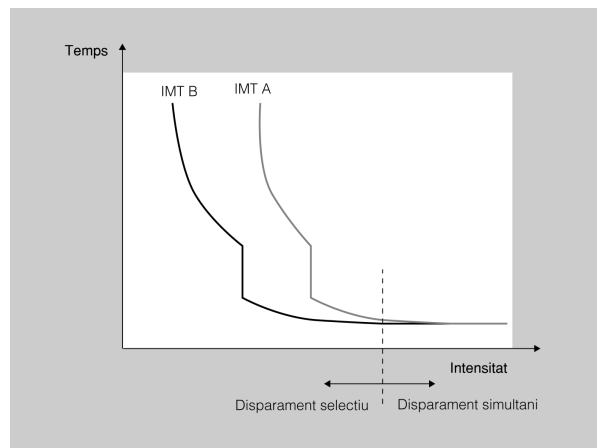


Selectivitat. En aquest cas haurà de disparar el circuit 1 (C1) i no el general (G)

circuit afectat però no el general. Però enfront d'un curtcircuit de corrent elevat, la selectivitat no s'aconsegueix si no és amb aparells molt especials.

Com podem veure en la figura 1.10 (les corbes de dos magnetotèrmics, el magnetotèrmic A i el B) enfront d'una petita sobrecàrrega l'interruptor B obrirà el circuit i el A no, perquè el B està més a l'esquerra, en les intensitats més petites. Però enfront d'un curtcircuit el disparament ja no és selectiu. Les dues corbes dels magnetotèrmics s'ajunten i això vol dir que tots dos es dispararan a la vegada.

FIGURA 1.10. Selectivitat



#### 1.4 L'ICP o Interruptor de control de potència

A la ITC-BT-17 trobareu informació sobre la situació de l'ICP i les característiques principals. Recordeu que és l'últim dispositiu que pertany a la instal·lació d'enllaç.

L'ICP el posarà la companyia subministradora en funció de la potència demandada pel client i la potència màxima admissible per la instal·lació.

L'IGA el posarà l'instal·lador en funció de la potència màxima admissible de la instal·lació. Per tant, l'ICP sempre haurà de ser més petit o igual que l'IGA

L'ICP (interruptor de control de potència) és l'element que limita el consum d'acord amb els kilowatts que tenim contractats amb la companyia de subministrament.

El limitador o ICP només desconnecta la instal·lació quan la potència dels aparells connectats simultàniament és més gran que la potència contractada.

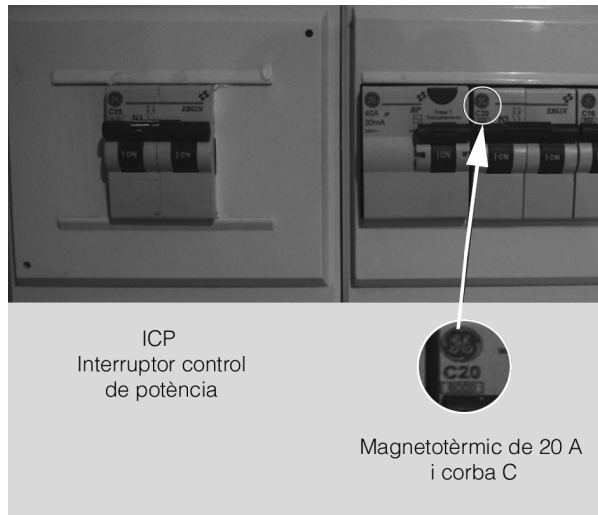
L'ICP se situa sempre a l'esquerra en el quadre general a l'entrada de l'edifici i a dintre d'una caixa precintable segons la figura 1.11.

En essència, l'ICP és un magnetotèrmic però amb una corba lleugerament diferent. Així doncs, té el mateix funcionament. De fet, el REBT de la ITC-BT-01 defineix conjuntament l'interruptor de control de potència (ICP) i el magnetotèrmic.

Hi ha dues tipologies bàsiques de funcionament i d'ICP:

- **ICP-M.** Una vegada sobrepassada la potència contractada es dispara automàticament, i s'ha de tornar a connectar el circuit manualment. Cal posar els ICP manuals dins del local o habitatge perquè l'usuari pugui restablir el servei.
- **ICP-A.** És tot automàtic, tant el disparament com la reconexió, encara que la reconexió no es produeix fins passats uns segons. Quan es tracta d'ICP de reconexió automàtica pot estar fora del local.



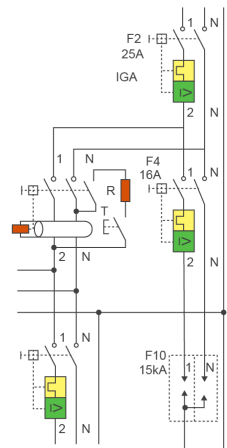
**FIGURA 1.11.** ICP al quadre general de distribució

## 1.5 Proteccions contra sobretensions (ITC-BT-23).

Les instal·lacions elèctriques han d'estar protegides contra pujades de tensions incontrolades, normalment d'origen atmosfèric, ja que poden afectar la seguretat de la instal·lació, els equips o fins i tot posar en perill la vida de les persones o animals. A més, també es pot veure afectada la continuïtat del servei i podria provocar una situació de risc per a les persones, especialment en hospitals o locals de concurrència pública.

Hi ha dos tipus de sobretensions:

**FIGURA 1.12.** Bobina de protecció MSU amb magnetotèrmic C60N de Merlin Gerin



Limitador de sobretensions. Part de l'esquema multifilar amb el limitador de sobretensions.

- **Sobretensions permanents:** són sobretensions per sobre del 10% del valor nominal de tensió i es mantenen durant un temps superior a diversos cicles de l'ona alterna sinusoidal, o sigui, de manera permanent. El motiu principal d'aquestes sobretensions es deu a talls del neutre abans de tallar les fases, o bé a defectes de connexió. Per protegir els habitatges d'aquestes sobretensions permanents els fabricants han desenvolupat una **bobina de protecció** que controla la tensió de la instal·lació i va associada als contactes de l'IGA. Si la tensió sobrepassa de manera permanent una tensió lliandar d'uns 253 V, (depèn del model de dispositiu), llavors aquesta bobina actua

A la secció "Annexos" trobareu un tríptic sobre protecció contra sobretensions de la firma Merlin-Gerin.

com un electroimant i desconnecta l'interruptor general automàtic o IGA (vegeu la figura 1.12).

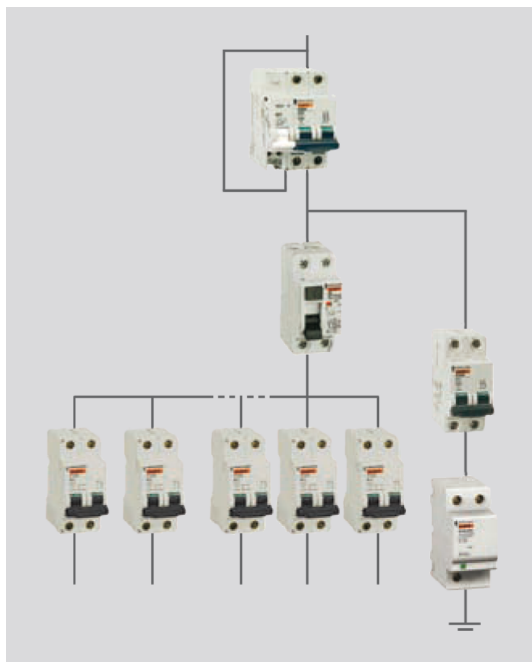
- **Sobretensions transitòries:** la ITC-BT-23 tracta de la protecció d'aquestes sobretensions, que es transmeten per les xarxes de distribució i que s'originen, principalment, per tres motius:
  - Descàrregues atmosfèriques.
  - Commutacions de xarxes.
  - Defectes a les xarxes.

**FIGURA 1.13.** Limitador de sobretensions transitòries PF de Merlin Gerin



Les sobretensions transitòries són, a diferència de les permanents, de microsegons de durada, però de valor eficaç de tensió molt elevat (milers de volts). Per protegir els efectes d'aquestes sobretensions hi ha els **descarregadors o limitadors de sobretensions** que, connectats al cable de protecció verd i groc, protegeixen els receptors (vegeu la figura 1.13).

**FIGURA 1.14.** Esquema amb limitadors de Merlin Gerin per a sobretensions permanents i transitòries



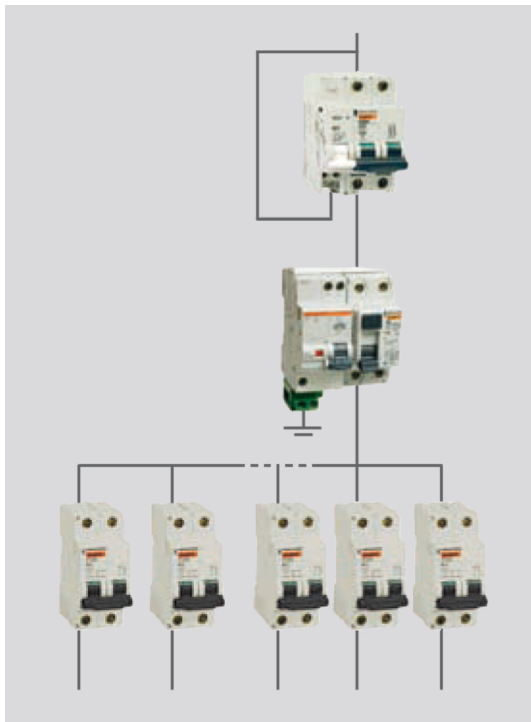
Segons la ITC-BT-23 aquest limitador de sobretensió, per garantir la continuïtat del servei, ha d'anar protegit amb el seu propi interruptor automàtic i s'haurà de connectar en paral·lel a la instal·lació, aigües amunt de l'interruptor diferencial (vegeu la figura 1.14).

**FIGURA 1.15.** Limitador de Merlin Gerin QuickPF



Els fabricants de dispositius de protecció han desenvolupat diferents solucions per tal de reduir l'espai dels components al quadre de comandament i protecció. Una solució compacta, per exemple, són els limitadors de sobretensions amb interruptor de connexió monofàsic incorporat en dos mòduls per carril normalitzat, com el que es mostra a la figura 1.15 i figura 1.16.

**FIGURA 1.16.** Esquema amb limitadors de Merlin Gerin per a sobretensions permanents i transitòries amb sistema QuickPF



Cal dir que la ITC-BT23 no recull la normativa referent a les sobretensions directes del llamp (NTE:parallamps) sinó de les sobretensions causades per la influència

de la descàrrega llunyana del llamp, commutacions de la xarxa, defectes de xarxa, efectes inductius, capacitius, etc.

Es poden presentar dues situacions diferents:

- **Situació natural:** quan no cal la protecció contra sobretensions transitòries (instal·lacions amb baix risc, ja que estan alimentades per xarxes subterrànies i la resistència dels equips a les sobretensions es considera suficient).
- **Situació controlada:** quan cal la protecció contra sobretensions transitòries (instal·lacions amb risc de sobretensions transitòries per la zona geogràfica o bé per l'alimentació aèria amb conductor nus o bé perquè es considera convenient augmentar la seguretat –continuitat del servei, valor econòmic dels equips, etc.).

A la ITC-BT-23 es defineixen unes categories de les sobretensions que indiquen els valors de tensió suportada en l'ona de xoc de sobretensió que han de tenir els equips com a màxim. Els diferents dispositius han de permetre limitar la tensió d'entrada a un valor inferior ( $U_p$ ) al valor màxim de tensió residual de cada categoria. Per aconseguir un nivell de tensió residual no perillós per als equips i una capacitat de derivació d'energia que prolongui la vida i l'efectivitat dels dispositius de protecció s'utilitza una estratègia de protecció en cascada de tres nivells de protecció: basta (tipus 1), mitjana (tipus 2) i fina (tipus 3):

- Categoria I: equips i aparells molt sensibles a sobretensions que necessiten una protecció fina que deixi una tensió residual molt petita. Com a exemples tenim ordinadors, equips electrònics, etc.
- Categoria II: equips i aparells destinats a connectar-se a la instal·lació elèctrica que requereixen una protecció mitjana. Serien electrodomèstics, eines portàtils i equips similars.
- Categoria III: equips i materials que formen part de la instal·lació fixa i requereixen protecció basta. En són exemples els armaris de distribució, embarrats, aparellatge (seccionadors, preses de corrents...), canalitzacions i els seus components, motors industrials, etc.
- Categoria IV: equips connectats a l'escomesa general de BT, és a dir, a l'origen de la instal·lació de l'edifici. Necessiten una protecció basta i podrien ser els comptadors d'energia, els aparells de telemesura, els equips principals de protecció contra sobreintensitats, etc.

TAULA 1.1. Tensió màxima transitòria per a cada categoria.

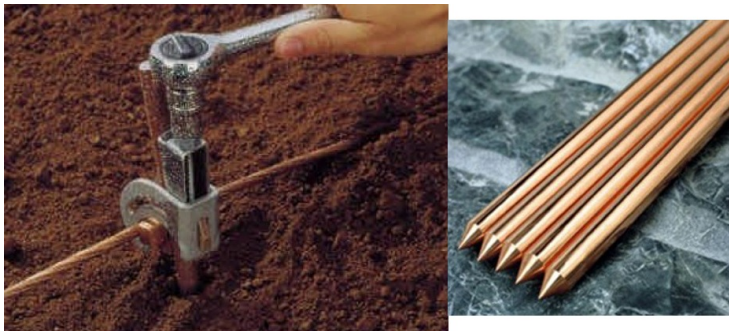
Tensió nominal de la instal·lació en V		Tensió suportada a impulsos en kV			
Trifàsic	Monofàsic	Categoria IV	Categoria III	Categoria II	Categoria I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690/1.000	-	8	6	4	2,5

## 1.6 Presa de terra (ITC-BT-18)

La **posada o la connexió a terra** és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni cap protecció, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora que no pertany a aquest circuit mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes soterrats.

En la figura 1.17 teniu la imatge d'un tipus d'elèctrodes que es poden soterrar.

FIGURA 1.17. Imatge d'elèctrodes



Mitjançant la instal·lació de connexió de terra s'ha d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície pròxima del terreny no apareguin diferències de potencial perilloses i que, alhora, permeti el pas a terra dels corrents de defecte o els de descàrrega d'origen atmosfèric.

La **presa de terra** és un elèctrode o conjunt d'elèctrodes amb contacte amb el terra que n'assegura la connexió elèctrica.

Així doncs, la presa de terra són els elèctrodes, i quan parlem de *terra*, sense referir-nos a la presa de terra ens estem referim a determinats punts de la instal·lació.

El **terra** és la massa conductora de la terra en la qual el potencial elèctric en cada punt es pren, convencionalment, igual a zero.

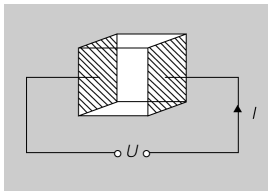
---

El Reglament electrotècnic per a baixa tensió dedica la instrucció tècnica ITC-BT-18 a la connexió de terra de les instal·lacions.

---

### 1.6.1 Resistivitat del terreny

La connexió de terra consisteix a posar uns elèctrodes al terreny de manera que el terra que trepitgem i la instal·lació elèctrica quedin elèctricament units. Ens serveix així de potencial zero. Quan ens diguin que una fase té una tensió de 230 V vol dir que tenim 230 V respecte del terra que és el potencial zero.



Resistivitat del terreny. Resistència d'un cub de terreny d'1 m d'aresta.

Però sempre hi ha una resistència, és a dir, no hi ha un contacte perfecte entre el·lectrodes i terreny. La resistència total dependrà del terreny i de la quantitat d'el·lectrodes. En terrenys més aïllants faran falta un nombre més gran d'el·lectrodes.

Vegem ara la resistivitat del terreny, i com podem calcular-la o mesurar-la.

La **resistivitat del terreny** és la resistència que presenta al pas del corrent un cub de terreny d'1 m d'aresta. La seva unitat és el m i cal representar-la amb la lletra grega  $\rho$ .

La resistivitat del terreny depèn de la seva naturalesa (pedregós, sorra, argila...). Aquesta és fixa, és a dir, es manté durant tot l'any. Però també depèn de la humitat, temperatura i salinitat, és a dir, la resistivitat del terreny es veu afectada per les variacions estacionals.

**TAULA 1.2.** Valors orientatius de la resistivitat en funció del terreny

Naturalesa del terreny	Resistivitat ( $\Omega \cdot m$ )
Terrenys pantanosos	Fins a 30
Llim	20 a 100
Humus	10 a 150
Torba humida	5 a 100
Argila plàstica	50
Margues i argiles compactes	100 a 200
Margues del juràsic	30 a 40
Sorra argilenca	50 a 500
Sorra silícia	200 a 3.000
Terra pedregós cobert de gespa	300 a 500
Terra pedregós nu	1.500 a 3.000
Calcàries toves	100 a 300
Calcàries compactes	1.000 a 5.000
Calcàries clivellades	500 a 1.000
Pissarres	50 a 300
Roca de mica i quars	800
Granits i gres procedent d'alteració	1.500 a 10.000
Granit i gres molt alterat	100 a 600

Als terrenys més aïllants (pedregosos) fa falta una quantitat més gran d'el·lectrodes per aconseguir potencial zero.

Com es pot veure en la taula 1.2, la resistivitat és més elevada si les partícules que formen el terreny també són més grans; per exemple, la grava té més resistivitat que la sorra i la sorra més resistivitat que l'argila. Per tant, podem utilitzar la taula 1.3, que és més resumida.

**TAULA 1.3.** Valors mitjans aproximats de la resistivitat en funció del terreny

Naturalesa del terreny	Valor mitjà de la resistivitat ( $\Omega \cdot m$ )
Terrenys cultivables i fèrtils, terraplens compactes i humits	50

TAULA 1.3 (continuació)

Naturalesa del terreny	Valor mitjà de la resistivitat ( $\Omega \cdot m$ )
Terraplens cultivables poc fèrtils i altres terraplens	500
Terres pedregoses nus, sorres seques permeables	3.000

### 1.6.2 Mètodes de mesura de la resistivitat del terreny

Per calcular o per conèixer el valor de la resistivitat del terreny, cal en primera instància fer un càlcul teòric suposant el tipus de terreny que tenim. Però si no estem segurs del tipus de terreny (argila, sorra...) o volem saber de forma molt exacta la resistivitat del terreny ens cal mesurar-lo.

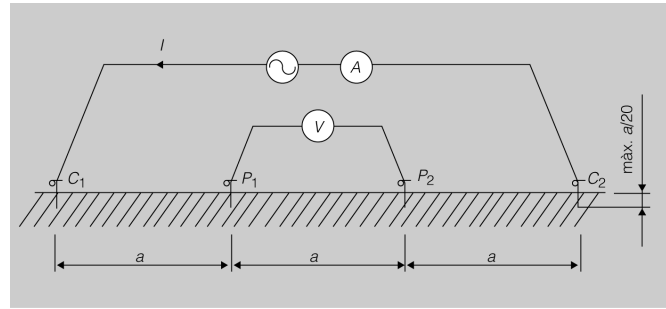
En la mesura cal tenir en compte que la resistivitat depèn de la temperatura, salinitat i sobretot de la humitat del terreny. Així, si mesurem el terreny en l'època de pluges o immediatament després d'una gran ploguda pot donar-nos un valor de resistivitat molt baix que no es mantindrà durant la resta de l'any. Cal fer, per tant, la mesura en l'època més seca, o fer diverses mesures en diferents èpoques de l'any, depenent de l'exactitud de la mesura que vulguem obtenir.

L'aparell que s'utilitza per mesurar la resistivitat del terreny és un aparell fabricat expressament. L'aparell per mesurar la resistivitat del terreny consisteix en un generador de corrent altern, un amperímetre i un voltímetre. Hi ha aparells antics que només feien aquesta mesura i estaven fabricats expressament per a aquesta mesura. Però des de la sortida l'any 2002 del nou reglament (REBT) i com que són moltes les mesures que cal fer, s'utilitzen uns aparells multifunció, que realitzen totes les mesures que ens calen a les instal·lacions elèctriques, i una d'aquestes és la resistivitat del terreny.

La mesura de la resistivitat del terreny és molt important perquè ens permetrà calcular el nombre d'elèctrodes que caldrà posar a la instal·lació de la presa de terra perquè tingui una bona i segura connexió de terra.

Per a la mesura de la resistivitat del terreny necessitem quatre piquetes i un tipus de connexió diferent que per a la mesura de la presa de terra, que es fa només amb dues piquetes auxiliars.

Normalment cal seguir les instruccions de l'aparell que utilitzem, ja que depenent del tipus i la marca caldrà fer alguna petita variació. Però la forma normal i típica de mesurar la resistivitat del terreny és mitjançant el conegut mètode de les quatre piquetes, que consisteix en l'esquema de la figura 1.18.

**FIGURA 1.18.** Mesura de la resistivitat del terreny

La resistivitat és donada per:

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

De tota manera, aquest càlcul ja el realitzen els instruments de mesura digitals i ens en donen directament la mesura. És a dir, el valor de  $\rho$ .

El principi de funcionament és el que es representa en la figura 1.18, mitjançant 4 piquetes que es claven al terreny on volem mesurar la resistivitat a una profunditat màxima de  $a/20$ , on  $a$  és la distància entre piquetes.

### 1.6.3 Càlcul de la resistència màxima de la connexió de terra

La resistència de les preses de terra, és a dir, la quantitat d'elèctrodes que cal posar, es dimensiona perquè en qualsevol circumstància previsible, qualsevol massa no doni lloc a tensions de contacte superiors a:

- 24 V en local o emplaçament conductor (humit).
- 50 V en la resta dels casos.

Aquesta tensió és limitada pel dispositiu diferencial que s'utilitzi en cada cas, però que als habitatges es limita sempre mitjançant la sensibilitat de  $I_{\Delta n} = 30$  mA. I per calcular la resistència del terra s'utilitza la fórmula que us presentem a continuació, en què s'han de tenir en compte la tensió de contacte ( $V_C$ ) i la intensitat del diferencial o sensibilitat ( $I_{\Delta n}$ ):

$$R \leq \frac{V_C}{I_{\Delta n}}$$

Així, per a locals no conductors (secs) i si utilitzem un interruptor diferencial de  $I_{\Delta n} = 30$  mA, és necessari que la resistència del terra sigui com a mínim de:

$$R \leq \frac{50}{0,03} \leq 1666 \Omega$$

I per a locals humits:

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

La tensió de contacte és baixa als terrenys humits perquè són més perillosos. El cos té menys resistència.

La fórmula per calcular la tensió límit per al dispositiu diferencial apareix en la ITC-BT-24.



Per als habitatges sí que s'utilitzen sempre interruptors diferencials de 30 mA per imposició del REBT, però per als altres usos (indústries, comerços...) poden utilitzar-se diferencials de 10, 30, 300, 500 mA. Així doncs, la resistència màxima dels terres s'han de calcular d'acord amb el diferencial que posem (taula 1.4).

**TAULA 1.4.** Valors màxims de les preses de terra (en  $\Omega$ )

Local	Sensibilitat (mA)			
	10	30	300	500
Sec Vc = 50V	5000	1666	166	100
Humit Vc = 24V	2400	800	80	48

Aquests valors dels terres normalment són molt més baixos. Moltes vegades s'agafen aquests valors de les normes tecnològiques d'edificació NTE per a qualsevol tipus d'instal·lació, ja que hi ha recomanacions dels valors de resistència de presa de terra. També haurem de tenir en compte, com sempre, les normes particulars de la companyia elèctrica, ja que aquestes sí que són obligatòries i més restrictives que el REBT.

- Edificis destinats principalment a habitatges:  $80\Omega$  màxim.
- Edificis amb parallamps:  $15\Omega$  màxim.
- Instal·lacions de màxima seguretat: 2 a  $5\Omega$  màxim.
- Instal·lacions de sales d'ordinadors: 1- $2\Omega$  màxim.

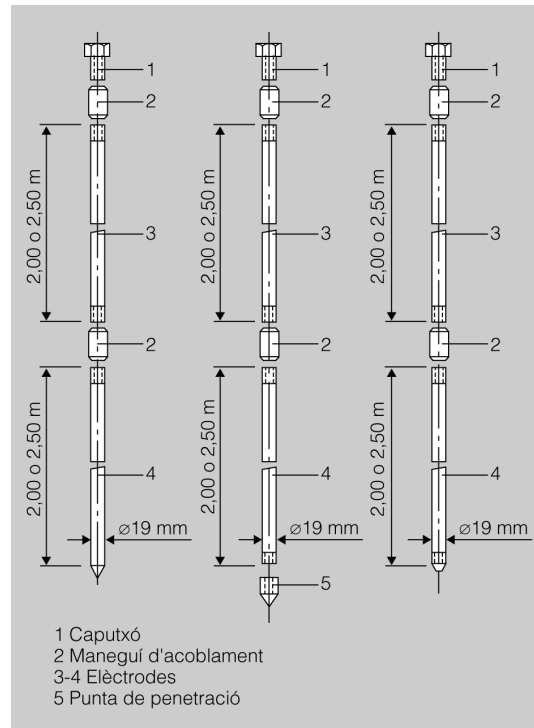
#### 1.6.4 Tipus d'elèctrodes de connexió de terra

Coneixent el valor màxim de la resistència de les preses de terra, ara el que ens cal és calcular el nombre de piquetes que ens faran falta per aconseguir-lo. També hem de tenir en compte que hi ha diferents tipus d'elèctrodes i que cadascun ens dóna un valor de resistència de terra, és a dir, tindrà una fórmula de càlcul diferent.

Segons la ITC-BT-18, per a la presa de terra es poden utilitzar elèctrodes formats pel següent:

- Barres, tubs.
- Platines, conductors nus.
- Plaques.
- Anells o malles metàl·liques constituïts pels elements anteriors o les seves combinacions.
- Armadures de formigó soterrades, a excepció de les armadures pretensades.
- Altres estructures soterrades que es demostrï que són apropiades.

FIGURA 1.19. Piques



Antigament s'utilitzaven les canalitzacions metàl·liques d'altres serveis (aigua, calefacció central, etc.) com a preses de terra. Actualment això està prohibit per raons de seguretat.

El tipus i la profunditat de soterrament de les preses de terra han d'impedir que la possible pèrdua d'humitat del terra, la presència de gel o altres efectes climatològics augmentin la resistència del terra per sobre del valor previst. La profunditat mai no ha de ser més petita que 0,50 m.

Principalment hi ha tres tipus d'elèctrodes que s'utilitzen comunment: les piques, les plaques i el cable nu soterrat.

**1) Piques.** Són elèctrodes allargats que s'introdueixen al terreny verticalment.

Es fabriquen normalment amb acer galvanitzat o amb barres de coure i la seva longitud és com a mínim de 2 metres (vegeu figura 1.19).

El valor de la resistència que ofereixen aquests elèctrodes és directament proporcional a la resistivitat del terreny i inversament proporcional a la longitud d'aquests:

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

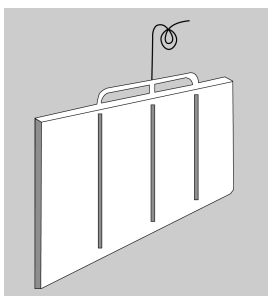
on:

- $\rho$  és la resistivitat del terreny
- $L$  és la longitud de la piqueta

**2) Plaques.** Són elèctrodes rectangulars que ofereixen una gran superfície de contacte amb el terreny si la comparem amb el seu gruix.

Les plaques, que poden ser de coure o d'acer galvanitzat, tenen 2 mm i 2,5 mm de gruix mínim respectivament.

La resistència d'aquest elèctrode és directament proporcional a la resistivitat del



Placa per una presa de terra.

terreny i inversament al perímetre de la placa.

$$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$$

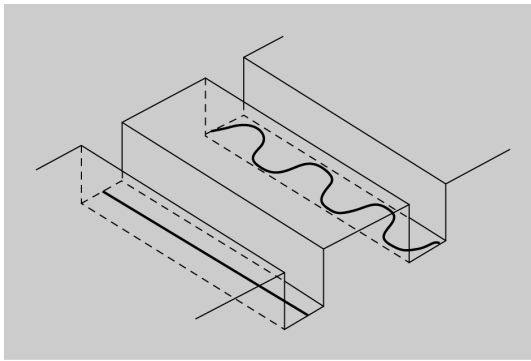
on:

- $\rho$  és la resistivitat del terreny
- $P$  és el perímetre de la placa

**3) Conductors nus soterrats horitzontalment.** És un elèctrode que es col·loca situant horitzontalment un cable nu en el terreny o en la cimentació dels edificis.

Per això s'utilitza un cable de coure massís en el terreny d'una secció mínima de  $35 \text{ mm}^2$ .

**FIGURA 1.20.** Cable soterrat



La resistència que ofereix el conductor soterrat (vegeu la figura 1.20) és directament proporcional a la resistivitat del terreny i inversament proporcional a la longitud en metres de cable soterrat:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

on:

- $\rho$  és la resistivitat del terreny
- $L$  és la longitud del cable soterrat

La forma de col·locar-lo és en rases excavades prèviament, per això solen aprofitar-se els fonaments dels edificis. Després es posen les rases en un traçat sinuós per augmentar la longitud del cable i a una profunditat mínima de 0,5 metres, encara que la norma tecnològica de l'edificació recomana 0,8 metres de profunditat.

I és molt important que sigui tot el conductor sense empalmaments. En cas de ser necessari fer un entroncament es realitzarà amb soldadura d'alt punt de fusió, com ara la soldadura aluminotèrmica (vegeu la figura 1.21).



Diferents elements per realitzar la soldadura aluminotèrmica.

**FIGURA 1.21.** Exemple de soldadura aluminotèrmica.

No poden fer-se empalmaments al cable soterrat.

La millor forma d'instal·lar-lo és posar el cable pel perímetre de l'edifici i sota els fonaments, i si no és suficient continuar la rasa per un dels laterals.

### 1.6.5 Càlcul de la quantitat d'elèctrodes

Les fórmules per estimar la resistència de terra en funció de la resistivitat del terreny i les característiques de l'elèctrode són les que apareixen en la taula 1.5, a on:

- $\rho$  = resistivitat del terreny ( $\Omega \cdot m$ )
- $P$  = perímetre de la placa (m)
- $L$  = longitud de la pica o del conductor (m)

**TAULA 1.5.** Fórmules per estimar la quantitat d'elèctrodes necessaris

Elèctrode	Resistència de terra en $\Omega$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Placa soterrada	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Conductor soterrat	$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$

#### Càlcul del nombre d'elèctrodes

1. Calculem la resistivitat del terreny
2. Calculem la resistència que ha de tenir com a màxim la connexió de terra
3. Calculem el nombre d'elèctrodes

#### Exemples de càlcul de resistència

1) Calculeu la resistència de terra aproximada d'una pica de longitud 2 m, en un terreny orgànic, de resistivitat  $60 \Omega \cdot m$ .

Solució:

La resistència de terra és:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{60}{2} = 30 \Omega$$

2) Calculeu la resistència que tenim amb 3 piques de 2 m de longitud connectades en paral·lel amb un terreny orgànic de  $60 \Omega \cdot m$ .

Solució:

Cada pica té una resistència de:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{60}{2} = 30 \Omega$$

Així doncs, les 3 piques ens donaran:

$$R = \frac{30}{3} = 10 \Omega$$

3) Hem d'aconseguir una resistència de terra de  $10 \Omega$ , per això utilitzarem com a elèctrode cable de coure de  $35 \text{ mm}^2$  de diàmetre. El terreny és arenós amb una resistivitat de  $50 \Omega\cdot\text{m}$ . Calculeu la longitud aproximada que ha de tenir el conductor.

Solució:

Com que es tracta d'un conductor soterrat:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Substituïm els valors que coneixem:

$$R = 2 \cdot \frac{50}{L} = 10 \Omega$$

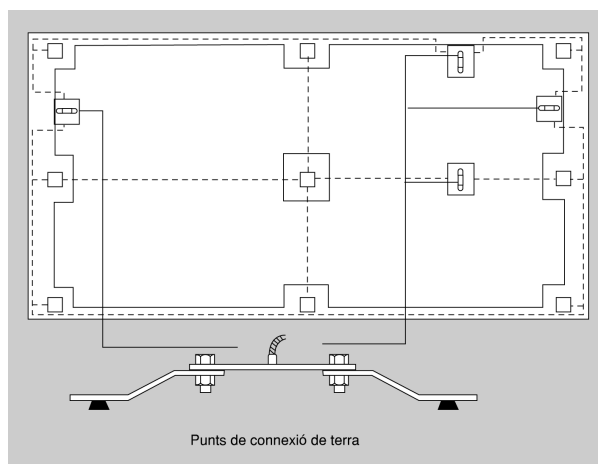
Aïllant la  $L$ :

$$L = 2 \cdot \frac{50}{10} = 10 \text{ m}$$

## 1.6.6 Borns de connexió de terra

Els elèctrodes de la presa a terra van tots units, mitjançant els anomenats **conductors de terra** (figura 1.22).

FIGURA 1.22. Punts d'unió a les preses de terra



Aquests conductors de terra tampoc no han de tenir empalmaments. Si se'n fa algun haurà de ser amb soldadura aluminotèrmica. Després cal connectar-los al que serà el circuit principal del terra, i per això es fa necessària la creació d'unes arquetes registre que permetran la connexió i desconnexió per poder independitzar el circuit de la connexió de terra del terra general de l'edifici i així poder mesurar-

la. Per a aquesta connexió i desconnexió s'utilitzarà un pont seccionador de terra desmuntable per mitjà d'un estri.

Resumint, en tota instal·lació de connexió de terra s'ha de preveure un born principal de terra, al qual s'han d'unir els conductors següents:

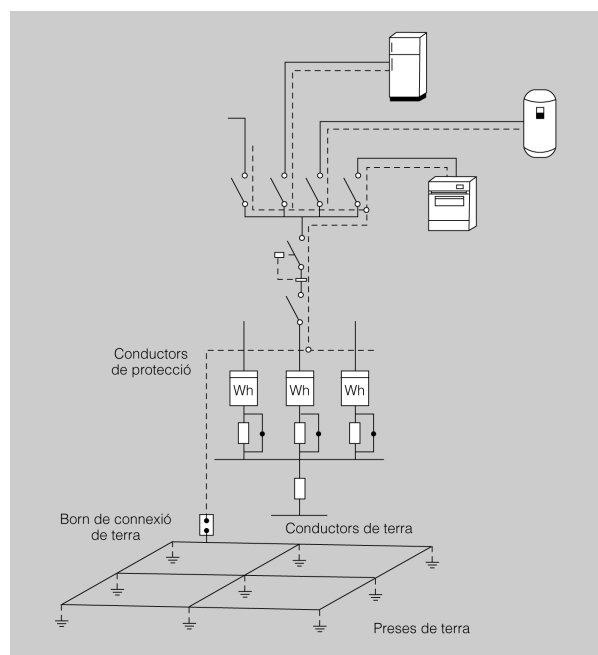
- Els conductors de terra.
- Els conductors de protecció.
- Els conductors d'unió equipotencial principal: Aquests conductors serveixen per connectar la canalització metàl·lica principal d'aigua a terra per mitjà del born principal de terra.
- Els conductors de posada a terra funcional, si s'escau.

### 1.6.7 Conductors de protecció

Els conductors de protecció han d'unir les masses al conductor de terra. El recorregut del conductor de protecció seria el següent: surt des del born de connexió de terra, després va a l'embarat dels comptadors i des d'aquests a cadascun dels circuits de la instal·lació. Cal connectar totes les masses al cable de protecció (verd-i-groc).

Vegem ara tot el conjunt de la connexió de terra en cadascun dels seus elements (figura 1.23).

FIGURA 1.23. Parts d'una instal·lació de connexió de terra



#### Parts d'una connexió de terra

- Preses de terra
- Conductors de terra
- Born de connexió de terra
- Conductors de protecció

1. **Preses de terra o elèctrodes.** Estan en contacte directe amb el terreny, encara que tenen una resistència que depèn de la naturalesa del terreny i de la quantitat d'elèctrodes.

2. **Conductors de terra.** Uneixen els elèctrodes entre ells.
3. **Born de connexió de terra.** S'encarrega d'unir els cables de terra amb els conductors de protecció i s'ha de preveure en un lloc accessible un dispositiu que permeti mesurar la resistència de la presa de terra corresponent, per la qual cosa ha de ser desmuntable.
4. **Conductors de protecció.** Serveixen per unir elèctricament les masses de la instal·lació. I després aquests han d'anar units als conductors de terra i finalment a les preses de terra.

Els conductors de protecció han de tenir un diàmetre mínim que ens ve donat per la ITC-BT-18 i són els que veiem en la taula 1.6.

**TAULA 1.6.** Seccions mínimes dels conductors de protecció

Secció dels conductors de fase de la instal·lació S(mm <sup>2</sup> )	Secció mínima dels conductors de protecció Sp(mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Si el conductor de fase és més petit que 16 mm<sup>2</sup> el conductor de protecció cal que tingui el mateix diàmetre que el de fase. Si el de fase és d'una secció entre 16 i 35 mm<sup>2</sup>, el conductor de protecció ha de ser com a mínim de 16 mm<sup>2</sup>, i si el de fase és de 35 mm<sup>2</sup> o més gran, cal que el de protecció sigui com a mínim la meitat que el de la fase.

### 1.6.8 Mesura de les preses de terra

La instal·lació del terra té una gran importància des del punt de vista de la seguretat. Per això cal que el director d'obra o l'instal·lador autoritzat la comprovi al principi, en la posada en marxa de la instal·lació. Després de la posada en marxa cal fer una revisió anual.

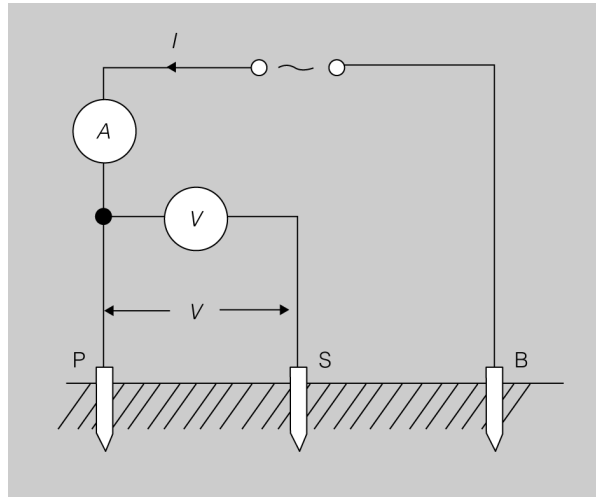
La resistència del terra és variable al llarg de tot l'any. Per això és millor mesurar-la en les condicions més desfavorables, és a dir, quan el terreny està més sec.

La presa de terra es mesura segons l'esquema de la figura 1.24: l'aparell de mesura aplica una tensió alterna entre l'elèctrode que volem mesurar (P) i l'elèctrode auxiliar (B), mesurant la intensitat que circula entre tots dos. També es mesura la tensió (V) entre l'elèctrode que estem mesurant i l'altra pica auxiliar (S), que ha d'estar com a mínim a 6 m dels altres dos elèctrodes. La resistència de les preses de terra es calcularà com sempre aplicant la llei d'ohm:

$$R_T = \frac{V}{I}$$



Tel·luròmetre, aparell que mesura la resistivitat del terra.

**FIGURA 1.24.** Mesura de les preses de terra

Per fer aquesta mesura hi ha aparells especials anomenats *tel·luròmetres*, que estan equipats amb una font d'alimentació per crear la tensió alterna i amb unes piques auxiliars per posar-les al terreny. Actualment s'utilitzen aparells digitals que no sols mesuren el terra, sinó que tenen altres funcions.

### 1.6.9 Prescripcions generals d'instal·lació a instal·lacions interiors en habitatges (ITC-BT-26)

Per a qualsevol edificació nova s'ha de fer una presa de terra segons el sistema o mètode següents:

Instal·lant al fons de les rases de fonamentació dels edificis, i abans que la fonamentació comenci, un cable rígid de coure nu d'una secció mínima segons indica la ITC-BT-18, de manera que formi un anell tancat que integri tot el perímetre de l'edifici. En aquest edifici s'han de connectar elèctrodes verticalment clavats al terreny quan es prevegi la necessitat de disminuir la resistència de terra que pugui presentar el conductor en anell. Quan es tracti de construccions que compreguin diversos edificis pròxims, s'ha de procurar unir entre ells els anells que formen la presa de terra de cadascun d'aquells, per tal de formar una malla de l'extensió més gran possible.

Els conductors de coure nus utilitzats com a elèctrodes han de ser de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 21002 (conductor format per diversos filferros rígids cablejats entre ells). Amb una secció de 35 mm<sup>2</sup> segons l'NTE 1973 "connexió de terra".

La profunditat mínima de soterrament del conductor recomanada és de 0,8 m.

Quan es vol millorar l'eficàcia de la connexió de terra de la conducció soterrada, s'ha d'afegir el nombre de piques necessàries que es repartiran proporcionalment al llarg de l'anell soterrat, connectades a aquesta i separades una distància no inferior a 2 vegades la seva longitud.

#### UNE i NTE

UNE: una norma espanyola,  
NTE: norma tècnica d'edificació. Les normes UNE s'han de comprar, a diferència de les NTE, que les podem trobar fàcilment a Internet.



En la taula 1.7 es referencien les normes UNE que s'utilitzen segons la connexió de terra.

**TAULA 1.7.** Normes d'aplicació

Producte	Norma d'aplicació
Piques de connexió de terra per a edificis	UNE 20206
Conductor de coure nu (classe 2)	UNE 21022

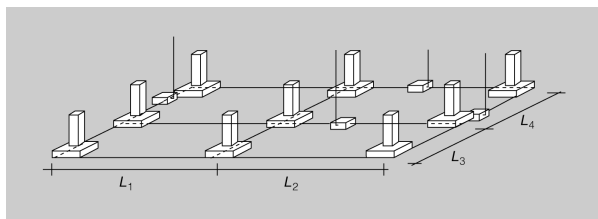
Mitjançant la taula 1.8 es pot determinar el nombre orientatiu d'elèctrodes verticals en funció de les característiques del terreny, la longitud de l'anell i segons la presència o no de parallamps a l'edifici.

La resistència a terra obtinguda amb l'aplicació dels valors d'aquesta taula 1.8 hauria de ser, a la pràctica, inferior a 15 per a edificis amb parallamps i de 37 per a edificis sense parallamps.

A la figura 1.25 es mostra un exemple de com calcular la longitud en planta d'un anell de connexió de terra.

La taula 1.8 la trobareu completa a la guia tècnica d'aplicació del REBT-ITC-26.

**FIGURA 1.25.** Exemple d'anell soterrat de connexió de terra



La longitud en planta de l'anell de la figura 1.25 és:

$$L = 3 \cdot L_1 + 3 \cdot L_2 + 3 \cdot L_3 + 3 \cdot L_4$$

:

**TAULA 1.8.** Nombre d'elèctrodes en funció de les característiques del terreny i la longitud de l'anell

Terrenys orgànics, argiles i margues		Sorres argiloses i graveres, roques sedimentàries i metamòrfiques		Nombre de piques de longitud 2 m
Sense parallamps	Amb parallamps	Sense parallamps	Amb parallamps	
25	34	28	67	0
Augmentar la longitud dels conductors enterrats de l'anell	30	25	63	1
	26	Augmentar la longitud dels conductors enterrats de l'anell	59	2
	Augmentar la longitud dels conductors enterrats de l'anell		55	3
			51	4
			47	5
			.....	

TAULA 1.8 (continuació)

Terrenys orgànics, argiles i margues	Sorres argiloses i graveres, roques sedimentàries i metamòrfiques	Nombre de piques de longitud 2 m
	43	6
	39	7
	35	8
	Augmentar la longitud dels conductors enterrats de l'anell	9

**Determineu el nombre de piques necessari...**

... per a un edifici amb parallamps, en terreny de sorra argilosa i amb una longitud en planta de conducció soterrada de  $L = 33$  m.

Per a un edifici amb aquestes característiques:

La longitud mínima de la conducció soterrada ha de ser de 35 m, per la qual cosa hem de disposar, com a mínim, de 2 m més de conducció.

A més a més, per a 35 m de conducció soterrada necessitem col·locar 8 piquetes.

En rehabilitació o reforma d'edificis existents, la connexió de terra s'ha de poder fer també situant en celoberts o jardins particulars de l'edifici un elèctrode o més de característiques adequades.

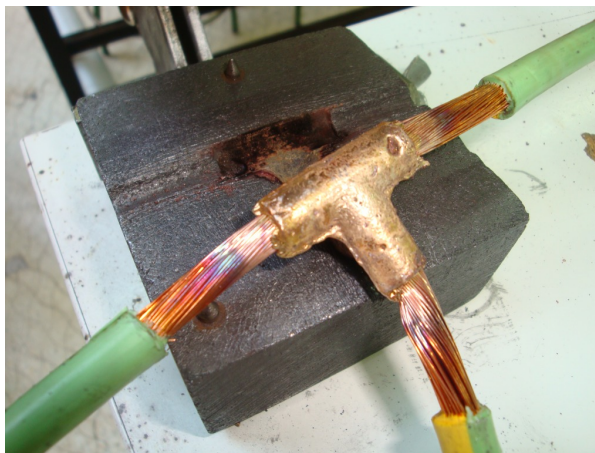
En el conductor en anell, o bé en els elèctrodes, s'han de connectar, si escau, l'estructura metàl·lica de l'edifici o, quan la seva fonamentació es faci amb sabates de formigó armat, un cert nombre de ferros dels considerats principals i, com a mínim, un per safata.

Aquestes connexions s'han d'establir de manera fiable i segura, mitjançant una soldadura aluminotèrmica o autògena (vegeu la figura 1.26).



Soldadura aluminotèrmica. Exemples de conductors units amb aquest tipus de soldadura que també s'utilitza per unir les vies del tren.

FIGURA 1.26. Soldadura aluminotèrmica d'un cable de terra.



Trobareu en la secció "Annexes" del web, més informació sobre la soldadura aluminotèrmica.

Les línies d'enllaç amb el terra s'han d'establir d'acord amb la situació i el nombre previst de punts de connexió de terra. La naturalesa i la secció d'aquests conductors han de ser conformes a la taula 1.9 i taula 1.10.

**TAULA 1.9.** Seccions mínimes convencionals dels conductors de terra o línies d'enllaç amb l'elèctrode de connexió de terra

Tipus	Protegit mecànicament	No protegit mecànicament
Protegit contra la corrosió	Segons la taula 1.10	16 mm <sup>2</sup> Coure, 16 mm <sup>2</sup> acer galvanitzat
No protegit contra la corrosió	25 mm <sup>2</sup> Coure, 50 mm <sup>2</sup> Ferro	

**TAULA 1.10.** Seccions mínimes protegides mecànicament

Secció dels conductors de fase de la instal·lació S(mm <sup>2</sup> )	Secció mínima dels conductors de protecció Sp(mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

A la **presa de terra** establerta s'hi ha de connectar qualsevol massa metàl·lica important, existent a la zona de la instal·lació, i les masses metàl·liques accessibles dels aparells receptors, quan la seva classe d'aïllaments o condicions d'instal·lació així ho exigeixin.

En aquesta mateixa presa de terra s'han de connectar les parts metàl·liques següents:

- Dipòsits de gasoil.
- Instal·lacions de calefacció general.
- Instal·lacions de gas canalitzat.
- Antenes de ràdio i televisió.
- Instal·lacions d'aigua.

Quan aquestes parts conductores tinguin el seu origen a l'exterior de l'edifici, s'hauran de connectar a terra tan a prop com sigui possible de l'entrada de l'edifici.

Els **punts de connexió de terra** són els cinc següents, que poden coexistir alhora, però es considera born principal el número 2, és a dir, el situat al lloc de la centralització de comptadors:

- Als celoberts destinats a cuines i cambres de banys, etc. en reformes o rehabilitació d'edificis existents.
- Al local o lloc de la centralització de comptadors, si n'hi ha.
- A la base de les estructures metàl·liques dels ascensors o muntacàrregues, si n'hi ha.
- En el punt d'ubicació de la caixa general de protecció.
- En qualsevol local on es prevegi la instal·lació d'elements destinats a serveis generals o especials i que, per la seva classe d'aïllament o condicions

#### Secció mínima de conductors

Els conductors que no formen part de la canalització d'alimentació han de ser de coure amb una secció, com a mínim, de:

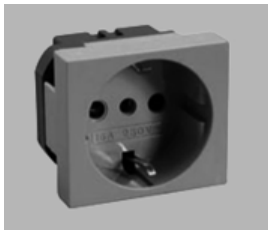
- 2,5 mm<sup>2</sup>, si els conductors disposen de protecció mecànica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si els conductors de protecció no disposen d'una protecció mecànica.

d'instal·lació, s'han de posar a terra. Aquest punt s'ha de situar al costat de la mateixa caixa, amb la finalitat de ser utilitzada com a punt de mesurament, o durant l'execució, manteniment o reparació de la xarxa de distribució.

Les **línies principals i les seves derivacions** s'han d'establir en les mateixes canalitzacions que les línies generals d'alimentació i derivacions individuals de l'edifici.

Per tenir més informació sobre les línies principals i les seves derivacions hem de consultar la ITC-BT-18 per a conductors de protecció. Les línies principals es troben connectades directament a un born de connexió de terra amb pont seccionador, mentre que les derivacions individuals es connecten a terra mitjançant les línies principals.

En edificis per a habitatges amb una única centralització de comptadors, la línia principal de terra està formada pel conductor de protecció que va des del born de posada fins a l'embarat de protecció i borns de sortida de la centralització de comptadors. Quan hi ha centralitzacions de comptadors en diverses ubicacions, aquesta línia principal de terra discorre per la mateixa canalització que la LGA fins a l'embarat de protecció de cada canalització.



Preses de corrent de 16 A amb presa de terra

La **derivació** d'una línia principal de terra està formada pel conductor de protecció que discorre des de l'embarat de protecció de la centralització de comptadors fins a l'origen de la instal·lació interior, per la mateixa canalització que les derivacions individuals.

La secció dels conductors que constitueix les derivacions de la línia principal de terra ha de ser la que assenyala la ITC-BT-19 per als conductors de protecció, segons indica la taula 1.11.

Les línies de terra de la instal·lació interior es denominen, simplement, conductors de protecció.

S'admet, únicament, l'entrada directa de les derivacions de la línia principal de terra a cuines i cambres de bany quan, per la data de construcció de l'edifici, no s'hagués previst la instal·lació de conductors de protecció. En aquest cas, les masses dels aparells receptors, quan les seves condicions d'instal·lació ho exigeixin, s'han de poder connectar a la línia principal de terra directament, o bé mitjançant preses de corrent que disposin de contacte de connexió de terra.

Al punt o punts de connexió de terra indicats com a celoberts destinats a cuines i cambres de bany en rehabilitació o reforma d'edificis existents s'han de connectar les línies principals de terra. Aquestes línies es poden instal·lar pels celoberts o per canalitzacions interiors, a fi d'establir l'altura de cada planta de l'edifici i la seva derivació fins al born de connexió dels conductors de protecció de cada local o habitatge.

Les línies principals de terra han de ser constituïdes per conductors de coure de la mateixa secció que fixa per als conductors de protecció la instrucció ITC- BT-19, amb un mínim de 16 mm<sup>2</sup>, com s'exposa en la taula 1.11.

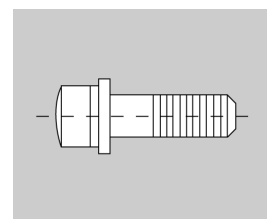
TAULA 1.11. Secció dels conductors de protecció

Secció dels conductors de fase de la instal·lació S(mm <sup>2</sup> )	Secció mínima dels conductors de protecció Sp(mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Les línies principals de terra poden ser formades per barres planes o rodones, per conductors nus o aïllats, i han de disposar d'una protecció mecànica a la part en què aquests conductors siguin accessibles, i també als passos de sostres, parets, etc.

No es poden utilitzar com a conductors de terra les canonades d'aigua, gas, calefacció, desguassos, conductes d'evacuació de fums o escombraries, ni les cobertes metàl·liques dels cables, tant de la instal·lació elèctrica com de telèfons o de qualsevol altre servei similar, ni les parts conductores dels sistemes de conducció dels cables, tubs, canals i safates.

Les connexions als conductors de terra s'han de fer mitjançant dispositius, amb **cargols de collar** o altres de similars, que garanteixin una connexió entre ells contínua i perfecta.



Cargol de collar

### Protecció contra contactes indirectes

La protecció contra contactes indirectes s'ha de fer mitjançant la connexió de terra de les masses i l'ús de dispositius que descriu la ITC-BT-25.

Es podran utilitzar un o diversos interruptors diferencials, amb una intensitat diferencial-residual màxima de 30 mA i una intensitat assignada superior o igual que la de l'interruptor general.

Quan s'usin interruptors diferencials en sèrie, caldrà garantir que tots els circuits queden protegits enfront d'intensitats diferencials-residuals de 30 mA com a màxim, tot i que es poden instal·lar altres diferencials d'intensitat superior a 30 mA en sèrie, sempre que es compleixi el requisit anterior.



## 2. Sistemes d'instal·lacions en habitatges (ITC-BT-19, 20, 26)

No totes les instal·lacions estan sotmeses al mateix entorn si se'ls demana la mateixa fiabilitat, flexibilitat, durada... No és el mateix una instal·lació en una nau industrial, que en un comerç o un habitatge.

Diferents tipus d'instal·lació requereixen diferents tipus de tubs, cables, mecanismes de connexió, etc.

Els diferents tipus o sistemes d'instal·lació elèctrica d'interior han de complir el que marca el Reglament electrotècnic de baixa tensió i les seves **instruccions tècniques complementàries (ITC)**. Les ITC que ens indiquen el tipus d'instal·lacions i les condicions tècniques de cadascuna d'elles són, fonamentalment, la **ITC-BT-19**, **ITC-BT-20** i **ITC-BT-21** per a les instal·lacions interiors o receptores en general.

En el Reglament per a baixa tensió, més concretament en la ITC-BT-19, hi ha unes prescripcions generals de les instal·lacions d'interior o receptores; en canvi, les prescripcions generals de la **ITC-BT-26** són **complementàries** a les exposades en la ITC-BT-19 i són aplicables principalment a instal·lacions d'interior d'habitatges, tot i que també, en la mesura que els afecti, a locals comercials, oficines o qualsevol altre local destinat a finalitats anàlogues.

A la secció "Annexos" trobareu una taula resum de tubs i canals segons el tipus d'instal·lació.

### 2.1 Tipus d'instal·lacions interiors en general

La gran quantitat i diversitat d'edificis i d'activitats que es desenvolupen a dins fan que les instal·lacions elèctriques que subministren el corrent elèctric siguin també de molts tipus.

Les instal·lacions elèctriques d'interior les classifiquem segons el lloc per on col·loquem els cables, si van per dins de tubs o directament fixats a les parets, si els tubs per on van els cables són superficials o encastats, o si al contrari, els cables estan col·locats sota canals protectors, motlures, sòcols o canalitzacions prefabricades.

A la secció "Annexos" del web trobareu diferents catàlegs de canalitzacions de la marca UNEX i una guia de cables i conductors Pirelli i Prysmian.

#### 2.1.1 Conductors aïllats sota tubs protectors

Les conduccions de tub poden ser de:

- Superfície.



Diferents diàmetres de tub rígid.

- Encastades.
- Situades en buits de la construcció.

El concepte d'una conducció amb tubs comporta els tubs i els seus accessoris (unions, ràcords, taps de final de conducció, canvis de direcció). Els tubs i els seus accessoris han de mantenir al llarg de la instal·lació les mateixes característiques, el mateix **grau de protecció IP**.

---

El grau de protecció IP fa referència a la capacitat dels elements envoltants de la instal·lació per no permetre el pas d'objectes sòlids ni líquids.

---

El material, la forma de col·locació dels tubs i la de les seves fixacions i proteccions influeixen en la intensitat que són capaces de conduir. Els cables utilitzats han de ser de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Els conductors en un tub seran d'un mateix circuit.

Si els conductors en un tub no són d'un mateix circuit s'haurà de complir el següent:

- Tots els conductors seran del mateix aïllament, el del més gran.
- Tots els conductors derivaran d'una mateixa font i punt de seccionament.
- Cal respectar uns radis de curvatura dels conductors perquè no es deformin les seves seccions.

Pel que fa a la instal·lació dels tubs cal tenir en compte les regles següents:

- El traçat de les canalitzacions es farà seguint línies verticals i horitzontals, o paral·leles a les arestes de les parets que limiten el local on s'efectua la seva instal·lació.
- Els tubs s'uniran entre ells per mitjà de maneguins adequats a la seva classe de protecció (IP i IK), que assegurin la continuïtat de la protecció que proporcionen als conductors.
- Els tubs aïllants rígids que es corben en calent podran ser acoblats entre ells en calent, i recobrint l'entroncament amb una cua especial quan en calgui una unió estanca.
- Les corbes practicades en els tubs (taula 2.1) seran contínues i no originaran reduccions de secció inadmissibles. Els radis mínims de curvatura per a cada classe de tub seran els especificats pel fabricant conforme a la UNE-EN-50.086-2-2.

Els tubs es fixaran a les parets o sostres per mitjà de brides protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes. La distància entre les brides serà, com a màxim, de 0,50 metres. Es disposaran fixacions d'una part i l'altra en els canvis de direcció, en els entroncaments i en la proximitat immediata de les entrades en caixes o aparells.



TAULA 2.1. Radis mínims per corbar tubs

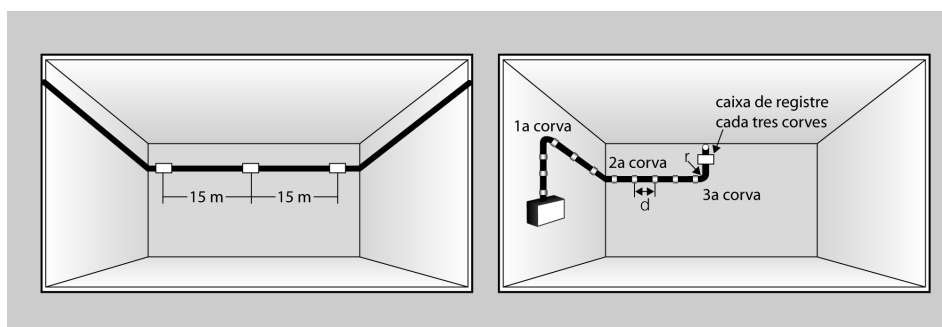
Diàmetre nominal (mm <sup>2</sup> )	Metàl·lic rígid blindat Metàl·lic rígid blindat amb aïllament interior Aïllant rígid normal	Metàl·lic rígid normal	Aïllant flexible normal	Metàl·lic flexible normal	Metàl·lic flexible blindat
9	90	85	54	48	53
11	110	95	66	58	65
13	120	105	75	65	71
16	135	120	86	75	79
21	170	-	-	-	100
23	-	165	115	100	-
29	200	200	140	125	130
36	250	225	174	150	165
48	300	235	220	190	210

Els tubs es col·locaran adaptant-se a la superfície sobre la qual s'instal·len, corbant-se o usant els accessoris necessaris. En alineacions rectes, les desviacions de l'eix del tub, respecte a la línia que uneix els punts extrems, no seran superiors al 2%. És convenient disposar els tubs, sempre que sigui possible, a una altura mínima de 2,50 metres sobre el sòl, a fi de protegir-los d'eventuals danys mecànics.

En els encreuaments de tubs rígids amb juntes de dilatació d'un edifici, s'hauran d'interrompre els tubs, de manera que quedaran els seus extrems separats entre ells 5 centímetres aproximadament, i s'empalmaran posteriorment per mitjà de **maneguins lliscants** que tinguin una longitud mínima de 20 centímetres .

Serà possible la introducció i retirada fàcil dels conductors en els tubs després de col·locar-los, i un cop fixats aquests i els seus accessoris, i es disposaran per a això els registres que es considerin convenient, que en trams rectes no estaran separats entre ells més de 15 metres (figura 2.1). El nombre de corbes en angle, situades entre dos registres consecutius, no serà superior a 3.

FIGURA 2.1. Distàncies màximes per a caixes de registre



Els conductors s'allotjaran normalment en els tubs després de col·locar-los.

Els registres podran estar destinats únicament a facilitar la introducció i retirada dels conductors en els tubs o servir al mateix temps com a caixes d'entroncament

o derivació.

Durant la instal·lació dels conductors, perquè el seu aïllament no pugui ser danyat pel seu fregament amb les vores lliures dels tubs, els seus extrems, quan siguin metàl·lics i penetrin en una caixa de connexió o aparell, estaran proveïts d'embocadures amb vores arrodonides o dispositius equivalents, o bé les vores estaran convenientment arrodonides.

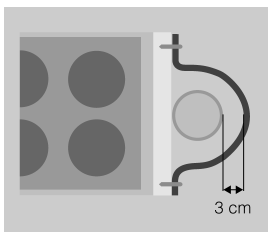
En els tubs metàl·lics sense aïllament interior, es tindran en compte les possibilitats que es produeixin condensacions d'aigua al seu interior, per a la qual cosa es triarà convenientment el traçat de la seva instal·lació, se'n preveurà l'evacuació i s'establirà una ventilació apropiada a l'interior dels tubs per mitjà del sistema adequat.

Els tubs metàl·lics que siguin accessibles s'han de connectar a terra. La seva continuïtat elèctrica haurà de quedar convenientment assegurada. En el cas d'utilitzar tubs metàl·lics flexibles, és necessari que la distància entre dues connexions de terra consecutives dels tubs no excedeixi els 10 metres. No es poden utilitzar els tubs metàl·lics com a conductors de protecció o de neutre.

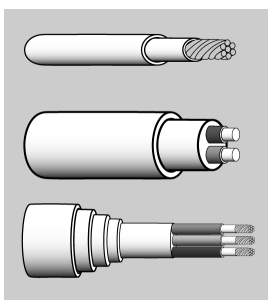
### 2.1.2 Conductors aïllats fixats directament sobre les parets

Per a l'execució de les conduccions es tindran en compte les prescripcions següents:

- Es fixaran sobre les parets, per mitjà de brides, abraçadores o collars, de manera que no en perjudiquin les cobertes.
- A fi que els cables no siguin susceptibles de doblegar-se per efecte del seu propi pes, els seus punts de fixació es trobaran prou pròxims (figura 2.2). La distància entre dos punts de fixació successius no excedirà els 0,4 metres.

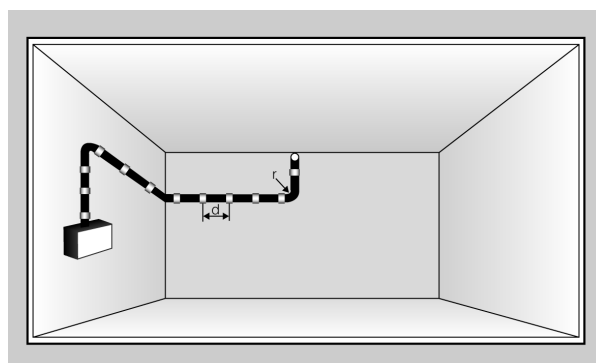


Cal deixar 3 cm entre la superfície exterior de la canalització no elèctrica i la coberta dels cables elèctrics.



Hi ha diferents tipus de cables amb coberta que es poden utilitzar per a instal·lació superficial.

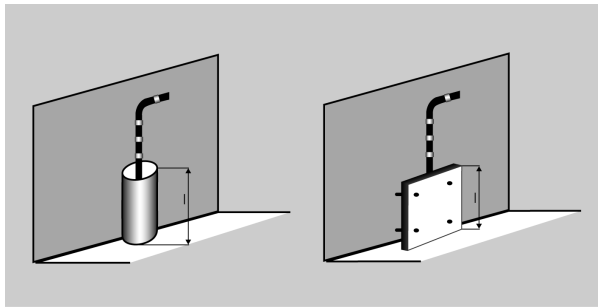
FIGURA 2.2. Distància mínima entre punts de fixació



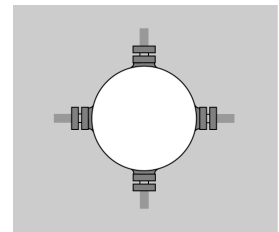
- Quan els cables hagin de disposar de protecció mecànica, pel lloc i condicions d'instal·lació en què s'efectuï, s'utilitzaran cables armats. En el

cas de no utilitzar aquests cables, s'hi establirà una protecció mecànica complementària (figura 2.3).

**FIGURA 2.3.** Protecció mecànica addicional per a cables



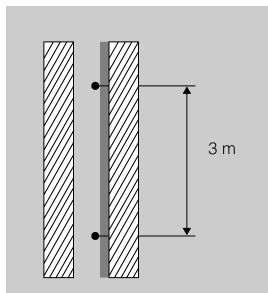
- S'evitarà corbar els cables amb un radi massa petit i, excepte prescripció en contra fixada en la norma UNE corresponent al cable utilitzat, aquest radi no serà inferior a 10 vegades el diàmetre exterior del cable.
- Els encreuaments dels cables amb canalitzacions no elèctriques es podran efectuar per la seva part anterior o posterior, deixant una distància mínima de 3 cm entre la superfície exterior de la canalització no elèctrica i la coberta dels cables, quan l'encreuament s'efectuï per la seva part anterior.
- Els punts de fixació dels cables seran prou pròxims per evitar que aquesta distància pugui quedar disminuïda. Quan l'encreuament dels cables en requereixi l'encastament, per respectar la separació mínima de 3 cm, se seguirà el que es disposa per a les conduccions entubades.
- Quan l'encreuament es faci sota motlures, se seguirà el que es disposa per a conduccions en motlures i sòcols.
- Els extrems dels cables seran estancs quan les característiques dels locals o emplaçaments així ho exigeixin, i per a això s'utilitzaran caixes o altres dispositius adequats. L'estanquitat podrà quedar assegurada amb l'ajuda de premsaestopa.
- Els cables amb aïllament mineral, quan porten cobertes metàl·liques, no s'hauran d'utilitzar en locals que puguin presentar un risc de corrosió per a les cobertes metàl·liques d'aquests cables, llevat que aquesta coberta estigui protegida adequadament contra la corrosió.
- Els entroncaments i connexions es faran per mitjà de caixes o dispositius equivalents, proveïts de tapes desmuntables que assegurin, al mateix temps, la continuïtat de la protecció mecànica establerta, l'aïllament de la inaccessibilitat de les connexions i permetin la seva verificació si escau.



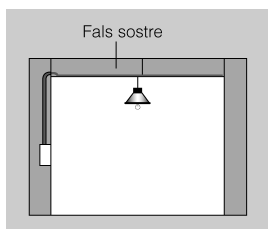
Caixa d'empalmaments. La unió amb el tubs s'ha de fer assegurant la continuïtat de la protecció mecànica establerta.

### 2.1.3 Conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció

Per a la instal·lació de cables aïllats a l'interior de buits de la construcció tindrem en compte les normes següents:



Distància màxima de fixadors en buits de la construcció. La distància màxima serà de 3m.



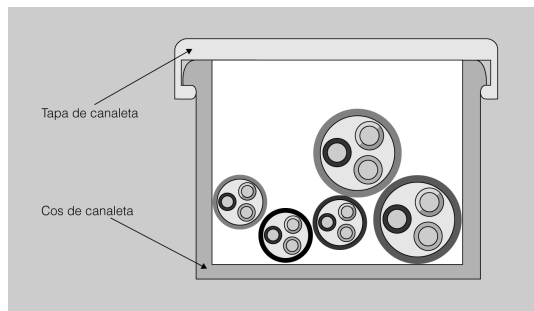
Instal·lació en fals sostre. Les canalitzacions poden anar entre dues superfícies paral·leles com en el cas de falsos sostres.

- Els cables col·locats a l'interior de buits de la construcció, segons la UNE 20.460-5-52, seran de tensió nominal no inferior a 450/750 V.
- Els cables amb coberta es podran instal·lar directament als buits de la construcció amb la condició que siguin no propagadors de la flama.
- Els buits en la construcció admissibles per a aquestes canalitzacions es podran disposar en murs, parets, bigues, forjats o sostres, i podran adoptar la forma de conductes continus, o bé estaran compresos entre dues superfícies paral·leles com en el cas de falsos sostres o murs amb cambres d'aire.
- En el cas de conductes continus, aquests no es podran destinar simultàniament a una altra finalitat (ventilació, etc.).
- La secció dels buits serà, com a mínim, igual a quatre vegades l'ocupada pels cables o tubs i la seva dimensió més petita no serà inferior a dues vegades el seu diàmetre exterior de secció més gran, amb un mínim de 20 mil·límetres.
- Les parets que separen un buit que contingui canalitzacions elèctriques dels locals immediats tindran prou solidesa per protegir-les contra accions previsibles.
- S'evitaran, en la mesura que sigui possible, les asprors a l'interior dels buits i els canvis de la seva direcció en un nombre elevat o de radi de curvatura petit.
- La canalització podrà ser reconeguda i conservada sense que sigui necessària la destrucció parcial de les parets, sostres, etc., o els seus guarniments i decoracions.
- Els entroncaments i derivacions dels cables seran accessibles, i es disposaran per a ells les caixes de derivació adequades.
- Normalment, com que els cables només es podran fixar en punts prou allunyats entre ells, es pot considerar que l'esforç resultant d'un recorregut vertical lliure, no superior a 3 metres, quedi dins dels límits admissibles.
- S'evitarà que es puguin produir infiltracions, fuites o condensacions d'aigua que puguin penetrar a l'interior del buit, i es prestarà una atenció especial a la impermeabilitat dels seus murs exteriors, i també a la proximitat de canonades de conducció de líquids, penetració d'aigua en efectuar la neteja de sòls, possibilitat d'acumulació d'aigua en parts baixes del buit, etc.

## 2.1.4 Conductors aïllats sota canals protectores

La **canal protectora** o canaleta (figura 2.4) és un material d'instal·lació constituït per un perfil de parets perforades o no, destinat a contenir conductors o cables i tancat per una tapa desmuntable.

FIGURA 2.4. Canaleta



La instrucció tècnica complementària que regula la utilització dels canals és la ITC-BT-21, la qual es desenvolupa a continuació.

Les canals seran conformes al que disposen les normes de la sèrie UNE EN-50.085 i es classifiquen segons el que estableix. Les característiques de protecció s'han de mantenir en tot el sistema i per garantir-les, la instal·lació s'ha de fer seguint les instruccions del fabricant.

En les canals protectores de grau IP4X o superior i classificats com a "canals amb tapa d'accés que només es poden obrir amb ferramentes", segons la norma UNE-EN 50.085-1, es pot:

- Utilitzar cable aïllat sense coberta, de tensió assignada 450/750 V.
- Col·locar mecanismes com ara interruptors, preses de corrent, dispositius de comandament i control, etc. al seu interior, sempre que es fixin d'acord amb les instruccions del fabricant.
- Fer entroncaments de conductors al seu interior i connexions als mecanismes.

En les canals protectores de grau de protecció inferior a IP4X o classificats com a "canals amb tapa d'accés que es poden obrir sense ferramentes", segons la norma UNE-EN 50.085-1, només es pot utilitzar cable aïllat sota coberta estanca, de tensió assignada mínima 300/500 V.



Diferents canals protectores de l'empresa UNEX.

## 2.1.5 Conductors aïllats sota motlures i sòcols

Aquestes canalitzacions (figura 2.5) són constituïdes per cables continguts en ranures sota motlures. Es poden utilitzar únicament en locals o emplaçaments classificats com a secs, temporalment humits o polsegosos. Els cables seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

La instal·lació pot ser efectuada per un sistema estilitzat de motlures o sòcols en matèria plàstica o de fusta. El sistema comprèn un sòcol acanalat amb tapa i els accessoris necessaris per permetre fer unions, derivacions, canvis de direcció, cobertes de final de bucle, instal·lació d'aparellatge, la qual cosa n'assegura una bona conducció, continuïtat, aïllament, i mantenir el grau de protecció IP corresponent al llarg de la instal·lació (vegeu la figura 2.6).



Diferents tipus de sòcols i motlures de la casa UNEX amb ranures i sense.

FIGURA 2.5. Instal·lacions sota motlures i sòcols

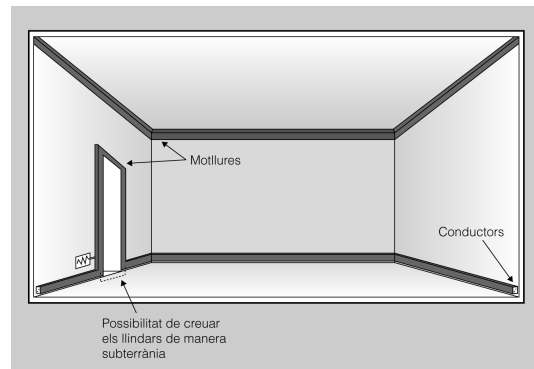


FIGURA 2.6. Sòcol tècnic UNEX



Quan no es puguin evitar encreuaments d'aquestes canalitzacions amb les destinades a un altre ús (aigua, gas, etc.), s'utilitzarà una motllura especialment concebuda per a aquests encreuaments o, preferentment, un tub rígid encastat que sobresortirà per una part i l'altra de l'encreuament. La separació entre dues canalitzacions que s'encreuen serà, com a mínim, d'1 cm, en el cas d'utilitzar motlures especials per a l'encreuament, i de 3 cm, en el cas d'utilitzar tubs rígids encastats.

El sòcol acanalat no s'ha d'ubicar en les motlures d'obra o de guix i la tapa del sòcol ha de ser accessible al llarg de la instal·lació (vegeu la figura 2.7).

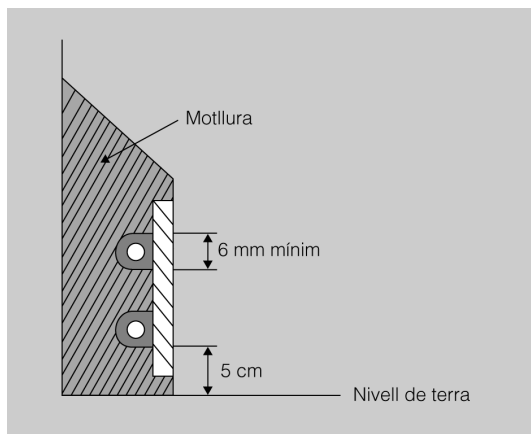
Si els sòcols o motlures són de fusta cal tenir en compte que:

- S'han d'instal·lar amb tapes finals per poder mantenir el grau de protecció IP.
- S'admet l'execució de connexions a l'interior de les interlínies, en no ser conductora la fusta.



Sòcol UNEX. Els cables elèctrics han d'anar a la ranura més elevada del terra.

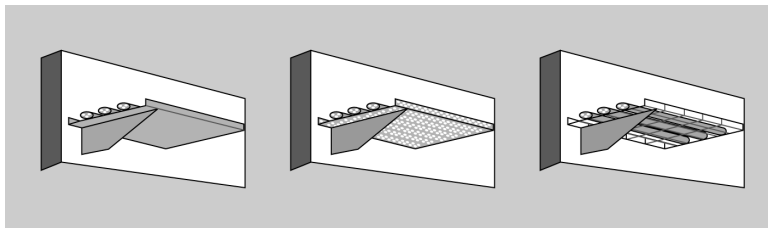
FIGURA 2.7. Mesures de motlures



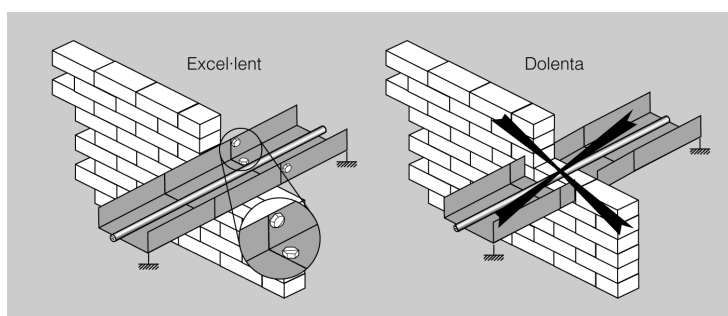
- Els conductors s'han de col·locar de forma folgada a les cel·les de les canaletes.
- Les condicions de pas de més d'un circuit per una mateixa cel·la són:
  - Tots els conductors disposen del mateix aïllament, corresponent al circuit de màxima tensió.
  - Tots els circuits són protegits de manera individual contra les sobreintensitats.
  - Tots els circuits s'alimenten d'una mateixa font o derivació.

### 2.1.6 Conductors aïllats en safata o suport de safates

En el cas de les safates (figura 2.8), només s'utilitzaran cables aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral), unipolars o multipolars segons la norma UNE 20.460-5-52. Com que la safata no té funció de protegir el cable, sinó només de fixació, convé que el cable tingui protecció addicional, és a dir, coberta.

**FIGURA 2.8.** Instal·lació en safates

Cal que les safates siguin contínues i no interrompudes (figura 2.9) pel seu pas per construccions. Sobretot cal tenir en compte que si la safata és metàl·lica ha d'anar connectada al terra de l'edifici i que si la safata s'interromp caldrà connectar tots dos extrems mitjançant un cable de terra.

**FIGURA 2.9.** No interrompre les safates

### 2.1.7 Canalitzacions elèctriques prefabricades

El terme *canalització elèctrica prefabricada* (figura 2.10) designa els conjunts de canalització i conductors perfectament definits. Aquests permeten desenvolupar sistemes d'instal·lació, amb la finalitat d'eliminar problemes mecànics, elèctrics i de contaminació electromagnètica, i reduir així els temps i riscos de projecte i els de muntatge.

**FIGURA 2.10.** Exemple d'instal·lació amb canalització elèctrica prefabricada



Dels dos sistemes de distribució, per cable (tradicional) o canalitzacions prefabricades, el que representa un avenç tecnològic, avui en dia, són les canalitzacions prefabricades:

- Els elements estan assajats i certificats des del seu origen.
- Les solucions per als problemes d'instal·lació estan preconcebudes, només cal aplicar-les.
- Com que les solucions estan preconcebudes, els temps de muntatge i instal·lació es redueixen moltíssim respecte als mètodes tradicionals.
- Pel que fa als costos de la instal·lació elèctrica prefabricada, cal tenir en compte el següent:
  - El cost de projecte serà més baix perquè triguen menys temps a confeccionar-se.
  - El cost de cobertura de riscos, assegurances i controls de qualitat serà més baix perquè son productes certificats en origen.
  - El cost de muntatge serà més baix perquè el temps de muntatge serà inferior, ja que dependrà només de l'acoblament de solucions prefabricades.
  - El cost d'inversió en materials és una mica més gran.
- La possibilitat de modificacions i ampliacions és més flexible i menys costosa a les canalitzacions prefabricades que en el mètode tradicional. És un element molt apreciat avui en dia en el moment de dissenyar instal·lacions comercials i industrials de transformació, ja que els imperatius del mercat obliguen a la substitució de productes o sistemes per haver finalitzat la seva vida tecnològica o comercial.
- Facilitat de manteniment.
- Una adaptació molt gran als requeriments de la CEM (compatibilitat electromagnètica).

#### **Les canalitzacions prefabricades**

Aquestes canalitzacions no sols serveixen per portar els cables, sinó que a més a més, permeten incloure: quadres, preses de corrent, mecanismes, accionaments i fins i tot enllumenat directament acoblat al canal i que en forma part.

La canalització prefabricada és un sistema de transport i distribució d'energia elèctrica en baixa tensió que depenent del fabricant pot anar de 20 a 6.300 A.

Els canals prefabricats són formats per conductors coberts per un embolcall metàl·lic, en trams rectes, colzes, en *T*, en creu i flexibles. Dotats de sistemes de connexió de derivacions, repartits de manera equidistant, alimentacions i subjeccions (fixes i mòbils).

El sistema és molt simple i en això rau la seva garantia funcional. Cal seguir només les instruccions del fabricant.

## 2.2 Criteris d'elecció del tipus d'instal·lació

Els principals criteris d'elecció del tipus d'instal·lació que s'ha de dur a terme són:

- La **inversió** econòmica, en què cal tenir amb compte el material i la mà d'obra de muntatge. Pel que fa a la mà d'obra, no hem d'oblidar les facilitats o dificultats a l'hora del muntatge.
- La **flexibilitat**. Cal preveure les instal·lacions susceptibles a diferents modificacions al llarg de la seva vida cal preveure-les. Les instal·lacions domèstiques no sofreixen gaires canvis al llarg de la seva vida. Però les instal·lacions d'oficines i comerços sí que són moltes vegades modificades. En aquests casos, és preferible la utilització de tubs superficials i canalitzacions prefabricades en comptes de tubs encastats.
- Criteris **estètics**. Aquests criteris fan que les instal·lacions s'amaguin tant com es pugui, per la qual cosa s'utilitzen els tubs encastats. Encara que les últimes tendències en interiorisme utilitzen els tubs superficials de les diferents instal·lacions com un element més de la decoració, les instal·lacions encastades continuen essent les més apreciades estèticament. Les instal·lacions encastades tenen molta menys flexibilitat que les superficials, i com que cada dia es demana més flexibilitat, les superficials guanyen terreny a les encastades.
- Criteris **normatius** i de **seguretat**. Per damunt de qualsevol criteri hi ha el criteri de seguretat de les persones i dels béns materials. Per això, a l'hora de triar un sistema cal fer-ho seguint les normes que ens garanteixin la seguretat. El REBT ens indica sota quines circumstàncies podem fer un tipus d'instal·lació o un altre; en concret la **ITC-20** tracta de les instal·lacions normals, mentre que la **ITC-28** tracta de les instal·lacions per a locals de concurrència pública i la **ITC-29**, de locals amb risc d'incendi o explosió. Encara que no sigui un local amb risc d'incendi, sí que cal tenir precaucions pel que fa a les condicions físiques del local com conduccions de fluids calents, condensacions, inundacions... i utilitzar el tipus d'instal·lació més adient per a aquests casos.

### 2.2.1 Condicions externes. Grau IP i IK

S'han de considerar les condicions de l'entorn de la instal·lació elèctrica per a l'elecció del tipus d'instal·lació i dels materials elèctrics, en particular, els **índex de protecció** i **resistència mecànica** de les canalitzacions i embolcalls dels diferents elements.

La norma UNE 20.324 defineix un codi **IP (protecció internacional)** que caracteritza la protecció que pot proporcionar un embolcall enfront de les influències externes (taula 2.2):

- Penetració dels cossos sòlids: indicada per la primera xifra del codi.
- Protecció contra els efectes nocius de líquids (aigua): segona xifra del codi.

TAULA 2.2. Codi IP

Protecció contra els cossos sòlids		Protecció contra els líquids	
0	Sense protecció	0	Sense protecció
1	Protecció contra cossos > 50 mm de Ø i l'accés del dors de la mà	1	Protecció contra la caiguda vertical de gotes d'aigua (condensació)
2	Protecció contra els sòlids > 12 mm de Ø i l'accés amb un dit	2	Protecció contra la caiguda de gotes d'aigua fins a 15° de la vertical
3	Protecció contra els sòlids > 2,5 mm de Ø i l'accés amb una eina	3	Protecció contra l'aigua de pluja fins a 60° de la vertical
4	Protecció contra els sòlids > 1 mm de Ø i l'accés amb un fil	4	Protecció contra les projeccions d'aigua en totes direccions
5	Protecció contra la pols i l'accés amb un fil	5	Protecció contra els rajos d'aigua en totes les direccions
6	Estanc a la pols i a l'accés amb un fil	6	Protecció contra les projeccions d'aigua similars a un cop de mar
-	-	7	Protecció contra immersió
-	-	8	Material contra immersió prolongada (submergible) - assaig sobre acords particulars

### Exemple de grau IP

Si tenim un embolcall on posa IP34, què vol dir això?

Solució:

IP3X = Protecció contra els sòlids > 2,5 mm de Ø i l'accés amb una eina. IPX4 = Protecció contra les projeccions d'aigua en totes direccions

Així que un IP34 té totes dues proteccions contra sòlids i contra aigua.

Una X en la situació d'una xifra vol dir que la característica corresponent no es té en consideració.

El Reglament ens marca, a les instal·lacions especials com per exemple una font pública o una piscina, el grau de protecció IP que ens cal a la instal·lació en general, no sols als voltants dels quadres i mecanismes. És a dir, no ens serveix de res tenir un quadre d'IP56 si, després, quan hi posem el tub ens deixem un forat per on cap el dit.

Segons la UNE-EN 50102 la protecció contra els **impactes mecànics** correspon a la classificació de les sigles **IK**, un zero i una xifra. Aquesta correspon a la capacitat de suportar un impacte d'una quantitat d'energia, que es mesura en joules, sense variar les condicions d'aïllament i protecció pròpies, encara que pot quedar algun abonyegament, i són les que es mostren en la taula 2.3.

TAULA 2.3. Codi IK

Xifra	Energia (Joules)
00	Sense protecció
01	Energia de xoc 0,15 J
02	Energia de xoc 0,20 J
03	Energia de xoc 0,35 J
04	Energia de xoc 0,50 J
05	Energia de xoc 0,70 J
06	Energia de xoc 1 J
07	Energia de xoc 2 J
08	Energia de xoc 5 J
09	Energia de xoc 10 J
10	Energia de xoc 20 J

## 2.2.2 Elecció de l'instal·lació segons el REBT

El REBT no ens deixa fer segons quines instal·lacions d'una manera o d'una altra. Per exemple, no es pot fer una instal·lació amb cables nus sota tub, els cables nus han d'anar sobre aïlladors. Les instal·lacions permeses i no permeses es poden veure en la taula 2.4.

TAULA 2.4. Sistemes d'instal·lació

Conductors i cables	Sense Fixació	Fixació directa	Tubs	Canal i motlures	Conductes de secció no circular	Safates	Sota aïlladors	Amb fiador
Conductors nus	-	-	-	-	-	-	+	-
Conductors aïllats	-	-	+	*	+	-	+	-
<b>Cables amb coberta</b>								
Multipolars	+	+	+	+	+	+	0	+
Unipolars	0	+	+	+	+	+	0	+

Font: ITC-BT-20. +: admès. 0: no aplicable o no utilitzat en la pràctica. -: no admès. (\*): s'admeten conductors aïllats si la tapa només es pot obrir amb eina i el canal és IP4X.

Com podem veure en la taula 2.5, per exemple, els conductors aïllats però sense coberta no poden anar sobre safates, ja que la safata només dóna suport, però no protegeix com un tub. D'altra banda, els cables amb coberta permeten qualsevol tipus d'instal·lació menys sota aïlladors, que no s'utilitza a la pràctica. En aquesta taula podem trobar totes les instal·lacions i si es poden fer o no segons el Reglament de baixa tensió.

TAULA 2.5. Situacions per als sistemes d'instal·lació

SITUACIONS	Sense Fixació	Fixació directa	Tubs	Canal i motllures	Conducció de secció circular	Safates	Sota aïlladors	Amb fiador
<b>Buits en la construcció</b>								
Accesible	+	+	+	+	+	+		0
No accessible	+	0	+	0	+	0		
<b>Canal d'obra</b>								
Soterrats	+	0	+		+	0		
Encastats en estructures	+	+	+	+	+	0		
En muntatge superficial	-	+	+	+	+	+	+	
Aeri		-	*	+		+	+	+

Font: ITC-BT-20. +: admès. 0: no aplicable o no utilitzat en la pràctica. -: no admès. (\*): s'admeten conductors aïllats si la tapa només es pot obrir amb ferrament i el canal és IP4X.

Un conductor (unifilar) és sempre unipolar i comprèn l'ànima conductora i la coberta aïllant.

### 2.3 Característiques dels cables en funció del tipus d'instal·lació

En els apartats 2.2.1 a 2.2.9 de la ITC-BT 20 s'indiquen les prescripcions per als diferents sistemes d'instal·lació. Per als cables elèctrics, aquestes prescripcions es limiten en la majoria dels casos a definir-ne només la tensió assignada mínima.

Aquesta ITC-20 és d'àmbit general i, per tant, en cadascun dels apartats hi ha una àmplia gamma de possibles tipus de cable per instal·lar segons les condicions particulars de la instal·lació. Per això, s'ha optat per incloure aquí la referència als tipus bàsics de cable i d'instal·lació més comuna, sense tenir en compte les possibles particularitats de la instal·lació (per exemple, presència d'oli, altes i baixes temperatures, etc.).

El mateix RBT concreta més les característiques dels cables per instal·lar en les diverses ITC-BT que desenvolupen aquesta que és d'àmbit general, per exemple, en la ITC-BT 28 per a locals de concurrència pública.

És necessari destacar que l'article 2.2.2 de la ITC-BT 19 estableix: "En instal·lacions interiors, per tenir en compte els corrents harmònics deguts a les càrregues no lineals i possibles desequilibris, excepte justificació per càlcul, la secció del conductor neutre serà com a mínim igual que la de les fases".

A la secció "Annexos" trobareu una taula resum de conductors i cables segons el tipus d'instal·lació.

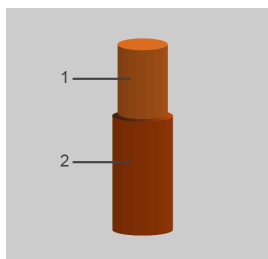
Un cable (multifilar) és format per un conjunt d'ànimes conductores sota un revestiment aïllant.

### 2.3.1 Conductors aïllats sota tubs protectors

Els cables utilitzats seran de **tensió assignada no inferior a 450/750 V** (taula 2.6) i els tubs compliran el que estableix la ITC-BT-21.

TAULA 2.6. Cables de tensió assignada 450/750 V

Tipus de cable	Descripció
H07V-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, amb conductor de coure classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil(V)
Cable ES07Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)



H07V-K. Conductor classe 5 de PVC.

**Cables de tensió assignada 0,6/1 kV:** Els cables de tensió nominal 0,6/1 kV (taula 2.7) no segueixen la mateixa norma que els de tensions inferiors. Els cables de 0,6/1 kV segueixen la UNE 21.123 i, per la qual cosa, els noms normalitzats són una mica diferents. Les dues primeres lletres són l'aïllant principal i la coberta, i la tercera separada per un guió, la flexibilitat:

- Primera lletra aïllament:

1. V: policlorur de vinil (PVC)
2. R: polietilè reticulat (XLPE)
3. D: etilè propilè (EPR)
4. Z: poliolefina termoplàstica lliure d'halògens

- Segona lletra coberta exterior:

1. V: policlorur de vinil (PVC)
2. R: polietilè termoplàstic (PE)
3. N: policloroprè (neoprè) (PCP)
4. Z1: poliolefina termoplàstica lliure d'halògens

- Tercera lletra forma i flexibilitat del conductor:

1. F: flexible per a serveis mòbils (classe 5)
2. K: flexible per instal·lació fixa (classe 5)
3. R: rígid, secció circular, diversos fils cablejats (classe 2)
4. U: rígid, secció circular, només un fil (classe 1)

#### Les classes de la UNE-21.022

Defineixen la quantitat de fils dels quals disposa el conductor (com més fils més flexible i classe més alta):

- Classe-1: un fil (rígid)
- Classe-2: fins a 61 fils
- Classe-5: fins a 1.768 fils
- Classe-6: fins a 2.350 fils (Depèn del diàmetre del conductor.)

**TAULA 2.7.** Cables de tensió assignada 0,6/1 kV

Tipus de cable	Descripció
Cable VV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament i coberta de policlorur de vinil (V)
Cable RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta policlorur de vinil (V)
Cable RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

### 2.3.2 Conductors aïllats fixats directament sobre les parets

Aquestes instal·lacions s'establiran amb cables de tensions assignades no inferiors a 0,6/1 kV (taula 2.8) d'aïllament i coberta (s'hi inclouen cables armats o amb aïllament mineral).

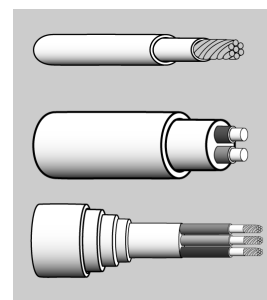
Els conductors aïllats fixats directament sobre les parets no estan permesos a les instal·lacions d'habitatges.

La sèrie UNE 21123 defineix les característiques dels cables (unipolars i multi-conductors) de tensió assignada 0,6/1 kV per a instal·lacions fixes.

Tots els tipus de cables d'aquesta sèrie UNE disposen d'aïllament i coberta, i alguns disposen d'armadura (constituïda per fleixos o fils d'aram) destinada a protegir el cable dels efectes mecànics externs. Els cables amb aïllament mineral de tensió assignada 0,6/1 kV no estan normalitzats.

**TAULA 2.8.** Codi de conductors aïllats fixats directament sobre les parets de tensió assignada 0,6/1 kV

Tipus de cable	Descripció
Cable VV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament i coberta de policlorur de vinil (V)
Cable RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta policlorur de vinil (V)
Cable RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

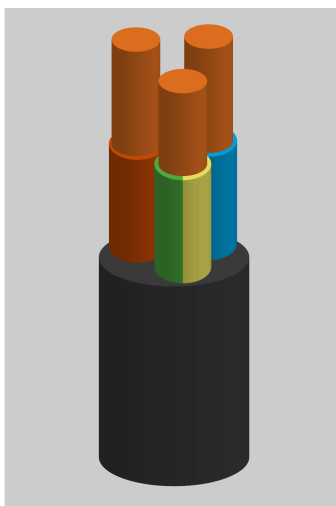


Cables amb coberta per a instal·lació superficial

### 2.3.3 Conductors aïllats directament encastats en estructures

Per a aquestes canalitzacions són necessaris conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral). La temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei serà de -5 °C i 90 °C, respectivament (per exemple amb polietilè reticulat o etilè-propilè) (vegeu la taula 2.9).

FIGURA 2.11. Cable RV-K 0,6-1kV



TAULA 2.9. Codi de conductors aïllats directament encastats en estructures

Tipus de cable	Descripció
Cable RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta policlorur de vinil (V)

### 2.3.4 Conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció

Aquestes canalitzacions són constituïdes per cables col·locats a l'interior de buits de la construcció segons la UNE 20.460-5-52. Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V (taula 2.10) i caldrà que vagin sota tub, canal protector, etc.

TAULA 2.10. Codi de conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció de tensió assignada 450/750 V

Tipus de cable	Descripció
H07V-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, amb conductor de coure classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil(V)
Cable ES07Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)



Els cables o tubs es podran instal·lar directament als buits de la construcció amb la condició que siguin no propagadors de la flama.

Quan s'instal·len directament cables en buits de la construcció els cables han de tenir aïllament i coberta i han de ser de tensió assignada 0,6/1 kV (taula 2.11).

**TAULA 2.11.** Codi de conductors aïllats a l'interior de buits de la construcció de tensió assignada 0,6/1 kV

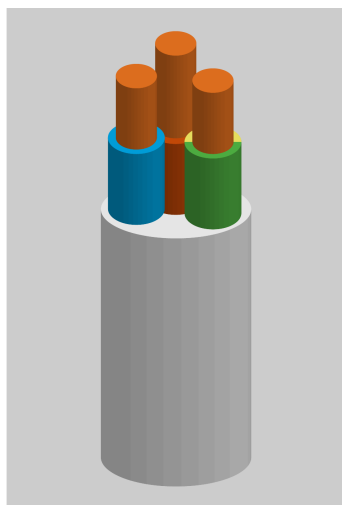
Tipus de cable	Descripció
Cable VV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament i coberta de policlorur de vinil (V)
Cable RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta policlorur de vinil (V)
Cable RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (71)

Tots els cables normalitzats són del tipus no propagadors de la flama, ja que les seves normes constructives inclouen l'assaig de la norma UNE-EN 50265 "Assaig de resistència a la propagació vertical de la flama".

### 2.3.5 Conductors aïllats sota canals protectores

En les canals protectores de grau IP4X o superior i classificats com a "canals amb tapa d'accés que només es poden obrir amb ferramentes" segons la norma UNE-EN 50.085-1, es podrà utilitzar conductor aïllat, de tensió assignada 450/750 V (taula 2.12).

**FIGURA 2.12.** Cable classe 5 d'aïllament i coberta blanca de PVC (H05VV-F)



**TAULA 2.12.** Codi de conductors aïllats sota canals protectores de tensió assignada 450/750 V

Tipus de cable	Descripció
Cable H07V-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, amb conductor de coure classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil (V)
Cable ES07Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 i conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

En les canals protectores de grau de protecció inferior a IP4X o classificats com a “canals amb tapa d'accés que es poden obrir sense ferramentes”, segons la norma UNE EN 50085-1, només es podrà utilitzar un conductor aïllat sota coberta estanca, de tensió assignada mínima 300/500 V (taula 2.13).

**TAULA 2.13.** Codi de conductors aïllats sota canals protectores de tensió assignada 300/500 V

Tipus de cable	Descripció
Cable H05VV-F	Cable de tensió assignada 300/500 V, amb conductor de coure classe 5 apte per a serveis mòbils (-F), aïllament de compost de PVC (V) i coberta de compost de PVC (V) (vegeu la figura 2.12)
Cable H05Z1Z1-F	Cable de tensió assignada 300/500 V, amb conductor de coure classe 5 apte per a serveis mòbils (-F), aïllament de compost termoplàstic lliure d'halògens (Z1) i coberta de compost termoplàstic amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

### 2.3.6 Conductors aïllats sota motlures

Els cables seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V (taula 2.14).

**TAULA 2.14.** Codi de conductors aïllats sota motlures de tensió assignada 450/750 V

Tipus de cable	Descripció
Cable H07V-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V i amb conductor de coure classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil (V)
Cable ES07Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V i conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

### 2.3.7 Conductors aïllats en safata o suport de safates

Només s'utilitzaran conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral), unipolars o multipolars segons la norma UNE 20.460-5-52.

La comesa de les safates és el suport i la conducció dels cables, per la qual cosa no efectuen una funció de protecció. A banda, els cables han de ser de tensió assignada 0,6/1 kV (taula 2.15).

**TAULA 2.15.** Codi de conductors aïllats en safata o suport de safates de tensió assignada 0,6/1 kV

Tipus de cable	Descripció
Cable VV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament i coberta de policlorur de vinil (V)
Cable RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de policlorur de vinil (V)
Cable RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic amb una emissió baixa de fums i gasos corrosius (Z1)

## 2.4 Instal·lacions interiors en habitatges. Prescripcions generals (ITC-BT-26).

Les prescripcions generals d'instal·lacions interiors en habitatges estan sotmeses a la ITC-BT-26 del Reglament per a baixa tensió. S'entenen per *prescripcions generals* aquells aspectes obligatoris que s'han de considerar, principalment en instal·lacions elèctriques d'habitatges, sobre les tensions d'utilització, les preses de terra, la protecció contra contactes indirectes, el quadre general de distribució, els conductors i l'execució de les instal·lacions.

Totes aquestes parts que anomenem de la ITC-BT-26 tenen altres instruccions tècniques associades més específiques. Per exemple, les connexions de terra tenen associades la ITC-BT-18 per aprofundir sobre el tema.

### 2.4.1 Tensions d'utilització i esquema de connexió TT.

Les tensions que s'han d'utilitzar són 230 V en alimentació monofàsica i 230-400 V en alimentació trifàsica.

Per determinar les característiques de les mesures de protecció contra xocs elèctrics, en cas de defecte (contactes indirectes), i contra sobreintensitats, i també les especificacions de l'aparellatge encarregat d'aquestes funcions, cal tenir en compte l'esquema de distribució utilitzat.

Els esquemes de distribució s'estableixen en funció de les connexions de terra de la xarxa de distribució o de l'alimentació, per una banda, i de les masses de la instal·lació receptora, per l'altra.

---

230-400 V ens indica que la tensió entre fases és de 400 V i la tensió entre la fase i el neutre de 230 V.

---



---

Si voleu més informació sobre les distribucions heu de veure la ITC-BT-08.

---

La denominació es fa amb un codi de lletres amb el significat següent:

- Primera lletra: es refereix a la situació de l'alimentació respecte al terra.

$T$  = connexió directa d'un punt d'alimentació al terra.

$I$  = aïllament de totes les parts actives de l'alimentació respecte al terra o connexió d'un punt al terra mitjançant una impedància.

- Segona lletra: es refereix a la situació de les masses de la instal·lació receptores respecte al terra.

$T$  = masses connectades directament al terra, independentment de l'eventual connexió de terra de l'alimentació.

$N$  = masses connectades directament al punt de l'alimentació connectat al terra (en altern, normalment aquest punt és neutre).

Les instal·lacions dels habitatges es considera que són alimentades per una xarxa de distribució pública de baixa tensió segons l'esquema TT.

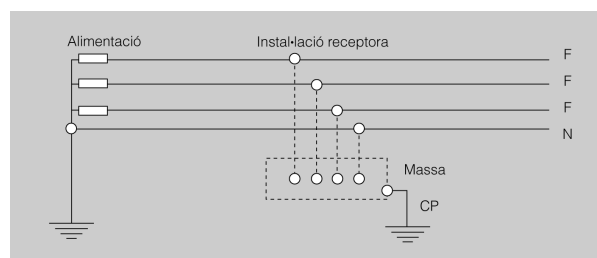
#### Intensitat de defecte

Aquesta és la intensitat que en el cas d'un sol punt de defecte al terra, es deriva per aquest punt des del circuit avariament al terra o a parts connectades al terra.

L'esquema TT té un punt d'alimentació, generalment el neutre o compensador, connectat directament al terra. Les masses de la instal·lació receptora estan connectades a una presa de terra separada de la presa de terra de l'alimentació (vegeu la figura 2.13).

En aquest esquema, les intensitats de defecte fase-massa o fase-terra poden tenir valors inferiors als de curtcircuit, però poden ser suficients per provocar una aparició de tensions perilloses.

FIGURA 2.13. Esquema de distribució tipus TT



### 2.4.2 Quadre general de distribució

El quadre general de distribució ha de ser conforme al que indica la ITC- BT-17. En aquest mateix quadre s'ha de disposar dels borns i les platines per a la connexió dels conductors de protecció de la instal·lació interior amb la derivació de la línia principal de terra.

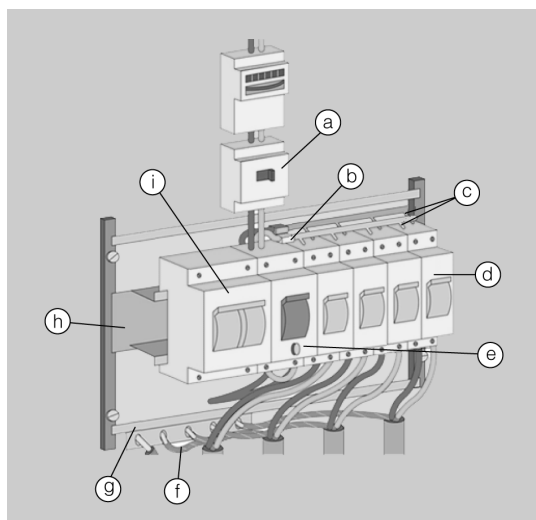
L'instal·lador ha de fixar de manera permanent sobre el quadre de distribució una placa, impresa amb caràcters indelebles, en què consti el seu nom o marca

La intensitat nominal és la intensitat màxima que suporten els aïllaments dels conductors sense patir cap deteriorament.

comercial, data en què se'n va fer la instal·lació, i també la intensitat assignada d'interruptor general automàtic d'acord amb el que assenyalen les instruccions ITC-BT-10 i ITC-BT-25.

La instal·lació del quadre general de distribució en un habitatge s'ha de fer tal com s'indica en la figura 2.14.

**FIGURA 2.14.** Exemple d'instal·lació d'un quadre general de comandament i protecció d'un habitatge



a) Limitador de potència; b) Terminal d'assemblatge; c) Distribució fase-neutre; d) Interruptor automàtic; e) Interruptor diferencial; f) Presa de terra; g) Born de presa de terra; h) Rail de fixació; i) Interruptor general

### 2.4.3 Conductors

Els conductors de la instal·lació han de ser identificables fàcilment, especialment pel que fa al conductor neutre i al conductor de protecció. Aquesta identificació es fa pels colors (taula 2.16) que presenten els seus aïllaments, és a dir la pel·lícula de plàstic que recobreix el coure. Quan hi hagi conductor neutre a la instal·lació o es prevegi per a un conductor de fase passar-lo posteriorment a conductor neutre, aquests s'han d'identificar pel color blau clar. El conductor de protecció s'ha d'identificar pel color verd-i-groc. Tots els conductors de fase s'han d'identificar de color marró o negre. Quan es consideri necessari identificar tres fases diferents, també s'ha d'utilitzar el color gris.

**TAULA 2.16.** Colors dels cables en instal·lacions d'interior

Conductor	Coloració
Neutre (o previsió del fet que un conductor de fase passi posteriorment a neutre)	Blau
Protecció	Verd-i-groc
Fase	Marró, Negre ó Gris

A una instal·lació elèctrica d'interior d'habitatge els cables es poden dividir de diferents maneres; en el nostre cas, ho farem segons la naturalesa, si són conductors actius o bé de protecció.

## Conductors actius

Els conductors actius han de ser de coure, aïllats i amb una tensió assignada de 450-750 V, com a mínim. Els circuits i seccions utilitzats han de ser els que indica la ITC-BT-25.

## Conductors de protecció

Els conductors de protecció han de ser de coure i han de presentar el mateix aïllament que els conductors actius. S'han d'instal·lar per la mateixa canalització que aquests i la seva secció habitual serà igual que la secció del conductor de fase, ja que no se solen utilitzar seccions superior a 16 mm<sup>2</sup>.

### 2.4.4 Connexions (ITC-BT-19, 26)

En cap cas no es permet la unió de conductors mitjançant connexions i/o derivacions per simple retorçament o enrotllament entre ells, sinó que sempre s'ha de dur a terme fent servir borns de connexió muntats individualment o interlínies de connexió; així mateix, es pot permetre que s'hi facin servir brides de connexió. Sempre s'han de dur a terme a l'interior de les caixes de connexió i/o derivació, excepte en alguns casos que indica la ITC-BT-21 com a l'interior de canals protectores grau IP4x o superior amb tapa d'accés que només es pot obrir amb eines. Si es tracta de conductors de diversos fils cablats, les connexions s'han de fer de manera que el corrent es reparteixi per tots els fils corresponents i, si el sistema adoptat és de cargol de collar, entre una volandera metàl·lica sota el seu cap i una superfície metàl·lica, els conductors de secció superior a 6 mm<sup>2</sup> s'han de connectar per mitjà de terminals adequats, de manera que les connexions no quedin sotmesos a esforços mecànics.

#### Connexions accessibles

Per facilitar la verificació de les connexions, assajos, manteniment i substitucions, les connexions hauran de ser accessibles. Per això es recomana a l'instal·lador deixar una longitud de cable suficient a l'interior de les caixes de derivació.

S'admeten les **connexions en paral·lel** entre bases de presa de corrent quan aquestes estiguin juntes i disposin de borns de connexió previstos per a la connexió de diversos conductors.

En la taula 2.17 s'indiquen les normes UNE amb les quals es regulen les connexions dels borns de connexions de les caixes d'empalmament i les bases de preses de corrent per a ús domèstic.

TAULA 2.17. Normes UNE referides a connexions

Producte	Norma d'aplicació
Borns de connexió	UNE-EN 60998
Caixes d'empalmament i/o derivació	UNE 20451
Bases de preses de corrent per a ús domèstic o anàleg	UNE 20315

Les bases de corrent de 16 A, segons la norma UNE 20315 que s'indica en la taula 33, es preveuen per a la connexió de dos conductors per terminal, en canvi a les bases de 25 A no s'exigeix normativament aquesta característica.

### 2.4.5 Sistema d'instal·lació

Les instal·lacions interiors en habitatges tenen en compte unes característiques especials que recull la ITC-BT-26; entre d'altres, destaquem els sistemes d'instal·lació permesos, que són:

- **Instal·lacions encastades:**
  - Cables aïllats sota tub curvatiu.
  - Cables aïllats sota tub flexible.

En la taula 2.18 trobem el nombre de conductors segons el diàmetre i la secció nominal que hi ha en un sistema d'instal·lació encastat.

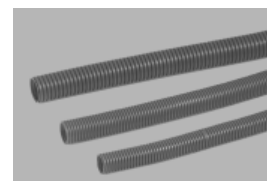
**TAULA 2.18.** Diàmetre exterior dels tubs (mm) segons el nombre de conductors i secció nominal

Seccions nominals dels conductors unipolars (mm <sup>2</sup> )	Conductors				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25

Segons la ITC-BT-21, per a més de 5 conductors per tub o cables de diferents seccions al mateix tub, la secció del tub haurà de ser com a mínim de 3 vegades la suma de seccions dels conductors.

- **Instal·lacions superficials:**
  - Cables aïllats sota tub curvatiu.
  - Cables aïllats sota tub rígid.
  - Cables aïllats sota canal protector.
  - Canalitzacions prefabricades.

En la taula 2.19 trobem el nombre de conductors segons el diàmetre i la secció nominal que hi ha en un sistema d'instal·lació superficial.



Un dels sistemes d'instal·lació és el tub corrugat o tub flexible.



Un dels sistemes d'instal·lació és el tub corrugat reforçat.

**TAULA 2.19.** Diàmetre exterior dels tubs (mm) segons el nombre de conductors i secció nominal

Seccions nominals dels conductors unipolars (mm <sup>2</sup> )	Conductors				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	20	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	25	20	25

Segons la ITC-BT-21, per a més de 5 conductors per tub o cables de diferents seccions al mateix tub, la secció del tub haurà de ser com a mínim de 2,5 vegades la suma de seccions dels conductors.

Per aquests tipus d'instal·lació caldrà utilitzar conductors de coure, aïllats i amb una tensió assignada de 450/750 V com a mínim. Els tipus de cables que mostra la taula 2.20 són els comunament utilitzats.

**TAULA 2.20.** Tipus de cables aïllats

Tipus de cable	Descripció
H07V-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, amb conductor de coure classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil(V)
H07V-U	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, conductor de coure classe 1 (-U) i aïllament de policlorur de vinil (V)
H07V-R	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V, conductor de coure classe 2 (-R) i aïllament de policlorur de vinil (V)

Les instal·lacions han de complir el que indiquen les ITC-BT-20 i ITC-BT-21.

Les característiques mínimes per als sistemes de conducció de cables són les que indica la taula 2.21.

**TAULA 2.21.** Característiques mínimes

Producte	Designació s/norma	Norma d'aplicació
Tub rígid	4321 i no propagador de la flama	UNE-EN 50086-2-1
Tub curvatiu	2221 i no propagador de la flama	UNE-EN 50086-2-2
Tub flexible	4321 i no propagador de la flama	UNE-EN 50086-2-3
Canal protectora	No propagador de la flama	UNE-EN 50085-1
Canal prefabricada		UNE-EN 60439-1

El conductor aïllat fixat directament sobre la paret no està permès a les instal·lacions interiors dels edificis destinats a habitatges.



## 2.4.6 Condicions generals

En l'execució de les instal·lacions interiors dels habitatges s'han de tenir en compte els punts següents:

- No s'ha d'utilitzar un mateix conductor neutre per a diversos circuits.
- Qualsevol conductor s'ha de poder seccionar en qualsevol punt de la instal·lació en què se'n faci una derivació, i s'utilitza un dispositiu apropiat, com un born de connexió, de manera que permeti la separació completa de cada part del circuit de la resta de la instal·lació.
- Les preses de corrent en una mateixa habitació han d'estar connectades a la mateixa fase.
- Les cobertes, les tapes o els embolcalls, els comandaments i els botons de maniobra d'aparells com ara mecanismes, interruptors, bases, reguladors, etc., instal·lats en cuines, banys, assecadors i, en general, als locals humits o mullats, i també en aquells on les parets i els terres siguin conductors, han de ser de material aïllant.
- La instal·lació encastada d'aquests aparells s'ha de fer utilitzant caixes especials per al seu encastament. Quan aquestes caixes siguin metàl·liques han d'estar aïllades interiorment o connectades a terra.
- La instal·lació d'aquests aparells en marcs metàl·lics es pot fer sempre que els aparells utilitzats estiguin concebuts de manera que no permetin la possible posada sota tensió del marc metàl·lic, i es connecta al sistema de terra.
- La utilització d'aquests aparells encastats, a bastidors o envans de fusta o un altre material aïllant, ha de complir el que indica la ITC-BT-49.