

Normatives i circuits elèctrics bàsics d'instal·lacions

Santiago Cocera Gracia, David Alvarez Garcia

Instal·lacions elèctriques d'interior

Índex

Introducció	5
Resultats d'aprenentatge	7
1 Normativa, prevenció de riscos i protecció ambiental	9
1.1 Normativa	9
1.2 Reglament electrotècnic per a baixa tensió: els articles	10
1.3 Reglament electrotècnic per a baixa tensió: les instruccions tècniques complementàries	15
1.3.1 ITC genèriques	15
1.4 Altres normes	19
1.4.1 Normativa per a l'aplicació del REBT a Catalunya	19
1.4.2 Normes de les companyies elèctriques, normes tecnològiques d'edificació i normes UNE	22
1.5 Normativa de prevenció de riscos laborals i de seguretat enfront el risc elèctric	23
1.5.1 L'accident elèctric. Efectes de l'electricitat en el cos humà	26
1.5.2 Factors que influeixen en el risc elèctric	27
1.5.3 Efectes del corrent i del temps de contacte elèctric	29
1.5.4 Trajectòria del corrent elèctric a través del cos	30
1.5.5 Resistència del cos humà	31
1.5.6 Mesures de seguretat elèctrica	33
1.5.7 Equips de protecció individual (EPI)	33
1.6 Protecció ambiental en les operacions de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors	34
1.6.1 Fonts de contaminació de l'entorn ambiental de l'electricista	37
1.6.2 Classificació dels residus generats per a la retirada selectiva	38
2 Circuits elèctrics bàsics	41
2.1 Simbologia	41
2.2 Esquemes de circuits elèctrics. El plànol elèctric	49
2.2.1 Esquema funcional	49
2.2.2 Esquema multifilar, circuital o de circuit	50
2.2.3 Esquema unifilar	51
2.2.4 Plànol elèctric	52
2.3 Circuits bàsics	54
2.3.1 Instal·lació d'un punt de llum amb interruptor	55
2.3.2 Instal·lació d'un punt de llum amb interruptor i amb base d'endoll	56
2.3.3 Instal·lació de dos llums en paral·lel	58
2.3.4 Instal·lació d'un punt de llum amb dos commutats	59
2.3.5 Instal·lació d'un punt de llum amb tres commutats	60
2.3.6 Dos punts de llum des de quatre punts d'actuació amb teleruptor	61
2.3.7 Instal·lació d'un timbre amb polsador	62
2.3.8 Instal·lació d'un fluorescent amb interruptor	63
2.3.9 Automàtic d'escala	65
2.4 Mesures als circuits elèctrics bàsics	66

2.4.1	Magnituds elèctriques	67
2.4.2	Llei d'Ohm	69
2.4.3	Energia elèctrica	70
2.4.4	Potència elèctrica	71
2.4.5	Associació de resistències	73
2.4.6	Realitzar mesures elèctriques	78
2.5	Instal·lacions comunes en habitatges i edificis (serveis comuns)	84

Introducció

Per començar la unitat formativa “Normatives i circuits elèctrics bàsics d'instal·lacions”, ja heu de conèixer els diferents dispositius i materials que formen part d'una instal·lació elèctrica, i també les eines amb les quals ha de treballar un instal·lador elèctric.

En aquesta unitat es començarà estudiant les diferents normes que ha de conèixer un electricista referents a la seva feina com a instal·lador. Com ja sabeu, el principal reglament d'un electricista és el Reglament electrotècnic de baixa tensió, REBT, però com a bons professionals haureu de conèixer altres normatives i recomanacions per tenir en compte i no menys importants que el REBT respecte a seguretat elèctrica i normatives ambientals.

Un cop vistes les normes principals amb les quals heu de treballar i que heu de tenir present durant tot el curs començareu a estudiar les normes per a la representació e interpretació correctes d'esquemes elèctrics. Conèixer la simbologia normalitzada de cada element d'una instal·lació serà bàsic per dibuixar un esquema elèctric fàcil d'entendre per qualsevol professional elèctric a tot el món. Després s'estudiarà el funcionament i la representació dels circuits elèctrics més comuns en les instal·lacions elèctriques d'habitatges o fins i tot en les d'oficines, locals industrials o als de concurrència pública.

En l'apartat “Normativa, prevenció de riscos i protecció ambiental” s'estudiaran totes les normes que ha de tenir en compte un electricista respecte a temes elèctrics, de seguretat elèctrica, prevenció de riscos i els relacionats amb la gestió dels residus generats. Un electricista no solament ha de conèixer les normatives elèctriques com el Reglament electrotècnic de baixa tensió o les normes particulars de la companyia elèctrica, sinó també les referents a com cal desenvolupar la seva feina amb total seguretat, és a dir, coneixent els riscos de les tasques desenvolupades i adoptant les mesures preventives per tal d'evitar-los. Cal recordar que sempre serà millor una actitud preventiva enfront els riscos que una de correctiva enfront l'accident laboral. A més, també s'ha de tenir consciència que la feina que es desenvolupa té unes repercussions al medi ambient i hem de treballar amb la màxima qualitat per tal de garantir el benestar social i ambiental, sempre respectant les normes vigents. Els materials emprats en les instal·lacions i els residus que es generen s'han de reutilitzar al màxim per cuidar el nostre planeta. Els instal·ladors seran molt importants en el cicle de vida dels materials i la gestió dels residus generats, ja que faran d'intermediaris entre els fabricants i els consumidors. El principal objectiu serà procurar que cada material de rebuig acabi al contenidor apropiat fent servir el sistema de recollida selectiva i coneixent les normes existents respecte a aquest tema.

En l'apartat “Circuits elèctrics bàsics”, estudiareu les normes referents a la representació normalitzada d'esquemes elèctrics, i s'aniran analitzant i explicant

els principals circuits elèctrics que podem trobar en una instal·lació elèctrica, com una instal·lació senzilla amb un endoll i un punt de llum o una instal·lació amb un fluorescent controlat amb interruptor, fins a arribar a d'altres una mica més complicades com una instal·lació d'un automàtic d'escala, un teleruptor o una amb commutadors d'encreuament. També es farà un resum de conceptes d'electrotècnia que heu de conèixer per poder aplicar-los a l'anàlisi dels circuits elèctrics estudiats. Haureu de conèixer el corrent elèctric que circula pels cables abans de mesurar-lo amb un amperímetre, o la quantitat d'energia que indicarà el comptador, o bé la potència consumida o la tensió que requereix una làmpada per tal que dissipï la potència que volem. La llei d'Ohm, tan coneguda pels professionals elèctrics, aquí us serà molt útil, i també saber connectar un comprovador per mesurar magnituds elèctriques en els circuits de la instal·lació d'una casa.

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 circuits elèctrics bàsics interpretant documentació tècnica.

- Interpreta els esquemes elèctrics analitzant el seu funcionament.
- Utilitza les eines adequades per a cada instal·lació.
- Comprova el funcionament de les instal·lacions.
- Descriu els principis de funcionament dels mecanismes i els receptors.
- Calcula les magnituds elèctriques de la instal·lació.
- Mesura les magnituds fonamentals.
- Munta adequadament els diferents receptors.
- Munta els diferents mecanismes relacionant-los amb la seva utilització.
- Realitza les connexions d'acord a la norma.
- Respecta els criteris de qualitat.
- Elaborar la llista de materials i eines utilitzades seguint el procediment establert.
- Demuestra coneixement suficient de l'articulat del REBT i de les ITC-BT-01, 02 i 03.

2. 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.

3. Compleix les normes de prevenció de riscos laborals i de protecció ambiental en el muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges, identificant els riscos associats, les mesures i equips per prevenir-los.

- Identifica els riscos laborals en les tasques de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges (manipulació de materials, equips, eines, utensilis, màquines, entre d'altres).
- Determina les mesures de seguretat i de protecció personal que s'han d'adoptar.
- Realitza les operacions de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges respectant les normes de seguretat i les mesures de prevenció de riscos.
- Identifica les possibles fonts de contaminació de l'entorn ambiental.
- Classifica els residus generats per a la seva retirada selectiva.
- Valora l'ordre i la netedat d'instal·lacions i equips com a primer factor de prevenció de riscos.

1. Normativa, prevenció de riscos i protecció ambiental

Les normes i recomanacions importants que ha de tenir en compte un instal·lador elèctric es poden classificar en tres grups:

- Normes estatals i autonòmiques referents a temes tècnics d'instal·lacions elèctriques.
- Normes i recomanacions de seguretat en treballs elèctrics per prevenir els accidents laborals.
- Aspectes legislatius importants referents a la gestió dels residus generats a la feina i també a recomanacions per a la millora i protecció del medi ambient.

1.1 Normativa

Les instal·lacions elèctriques necessiten unes normes comunes i conegudes amb la finalitat de preservar la seguretat de les persones i dels béns i per assegurar-ne un funcionament correcte.

S'entén per **instal·lació elèctrica** tot el conjunt d'aparells i de circuits associats amb una finalitat determinada.

Per a les instal·lacions elèctriques de baixa tensió hi ha unes normes que procedeixen de diferents estaments públics i privats:

- Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT): Ministeri de Ciència i Tecnologia. Recull la majoria de les normes que han de complir les instal·lacions elèctriques i que són de compliment obligat a tot l'Estat espanyol.
- Normes tecnològiques d'edificació (NTE): Ministeri de Foment.
- Normes establertes per l'Associació Espanyola de Normalització i Certificació (AENOR).
- Normativa a Catalunya: Departament de Treball i Indústria.
- Normes pròpies de cada companyia elèctrica: Són normes particulars que han de ser aprovades pels òrgans competents de les comunitats autònomes, en cas que es limitin al seu àmbit territorial, o pel centre directiu competent en matèria de seguretat industrial del Ministeri de Ciència i Tecnologia, en cas d'aplicar-se en més d'una comunitat autònoma. En aquest últim cas,



Reglament electrotècnic per a baixa tensió

Per consultar el REBT amb la guia tècnica d'aplicació dirigiu-vos a la secció "Annexos", que trobareu al web d'aquest crèdit. A la secció "Adreces d'interès" hi ha l'enllaç web per baixar el REBT.

les normes de la companyia subministradora aprovades s'han de publicar al *Butlletí Oficial*.

El Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT) estableix les condicions tècniques i les garanties que han de complir les instal·lacions elèctriques connectades a una font de subministrament de baixa tensió.

L'REBT: normes que s'actualitzen

El REBT actual va ser aprovat per reial decret l'any 2002. L'anterior REBT era de l'any 1973, i per l'evolució del cabal tècnic, de les condicions legals i del Tractat d'adhesió d'Espanya a la Comunitat Europea, va ser necessària una actualització l'any 2002.

Les finalitats del REBT són:

- Preservar la seguretat de les persones i dels béns.
- Assegurar un funcionament normal de les instal·lacions elèctriques.
- Prevenir les pertorbacions en altres instal·lacions i serveis.
- Contribuir a fer que les instal·lacions elèctriques siguin tècnicament fiables i econòmicament eficaces.

El REBT s'aplica a les instal·lacions que distribueixen l'energia elèctrica, a les generadores d'electricitat per a consum propi i a les receptores, amb els límits de 1.000 V per a corrent altern i 1.500 V per a corrent continu.

El REBT s'aplica a les noves instal·lacions, a les seves modificacions i ampliacions. També s'aplica l'actual REBT a les instal·lacions existents abans de l'entrada en vigor que siguin objecte de modificacions i reparacions d'importància, i a les ampliacions.

El REBT consta de dues parts:

- Els **29 articles**.
- Les **51 instruccions tècniques complementàries (ITC)**.

1.2 Reglament electrotècnic per a baixa tensió: els articles

El **REBT** conté 29 articles, que recullen les normes de caràcter general del Reglament i en descriuen l'objectiu, el camp d'aplicació i les característiques fonamentals.

És interessant veure de què tracta cada un dels articles del REBT, de manera que els passem a comentar a continuació:

Article 1. Indica l'objecte del REBT, i mostra les finalitats del Reglament.

Article 2. N'indica el camp d'aplicació. Detalla els límits de tensió i en quines instal·lacions s'ha d'aplicar el Reglament i quines estan excloses.

Tots els elements elèctrics i la interconnexió d'una instal·lació elèctrica d'un habitatge es fa segons el REBT.

Cada comunitat autònoma ha de verificar el compliment de les exigències tècniques dels materials i equips. Aquesta verificació es fa per mostreig.

Article 3. Defineix què s'entén per *instal·lació elèctrica*.

Article 4. Fa una classificació de les tensions i freqüències de les xarxes de les instal·lacions elèctriques (vegeu la taula 1.1).

La tensió alterna emprada haurà de ser de 50 Hz de freqüència.

Les tensions nominals usualment utilitzades són:

- 230 V entre fases per a xarxes trifàsiques de tres conductors.
- 230 V entre fase i neutre (tensió simple), 400 V entre fase (tensió composta) per a xarxes trifàsiques de 4 conductors.
- Es poden utilitzar altres tensions amb autorització prèvia de l'organisme competent de l'Administració pública sempre que estigui justificat i no es redueixi la seguretat a les persones i als béns.

TAULA 1.1. Classificació de les instal·lacions en funció de la tensió nominal assignada

	Corrent altern (CA) (valor eficaç de tensió)	Corrent continu (CC) (valor mitjà de tensió)
Molt baixa tensió	tensions menors o iguals a 50 V	tensions menors o iguals a 75 V
Tensió usual	tensions superiors a 50 V però inferiors o iguals a 500 V	tensions superiors a 75 V però inferiors o iguals a 750 V
Tensió especial	tensions superiors a 500 V però inferiors o iguals a 1000 V	tensions superiors a 750 V però inferiors o iguals a 1500 V

Article 5. Indica les proteccions que han de tenir les instal·lacions elèctriques que podrien produir perturbacions sobre altres instal·lacions.

Article 6. Indica que els materials i els equips utilitzats en les instal·lacions s'han d'usar en la forma i per a la finalitat per a la qual van ser fabricats.

Article 7. Determina que si en una instal·lació elèctrica hi ha elements amb tensions superiors als límits del REBT, s'aplicaran els reglaments que regulen aquestes tensions.

Article 8. Regula com es defineixen les tensions i els corrents de les xarxes de distribució.

Article 9. Defineix una instal·lació d'enllumenat exterior com aquella instal·lació que té com a finalitat la il·luminació de les vies de comunicació o circulació i les dels espais compresos entre edificacions que han de romandre il·luminats.

Article 10. Classifica els tipus de subministrament entre normals i complementaris o de seguretat.

Article 11. Determina que s'han d'establir prescripcions especials als locals i emplaçaments mullats o en els quals hi ha atmosfera humida, gasos o pols de matèries no inflamables, temperatures molt altes o baixes respecte a les temperatures normals i, en general, en tots aquells on sigui necessari mantenir instal·lacions elèctriques en circumstàncies diferents de les considerades com de risc normal, per a la utilització de l'energia elèctrica en baixa tensió.

Article 12. Indica que s'ha d'establir una previsió de càrregues i consums que s'han de facilitar a totes les empreses subministradores, a fi de poder adequar el creixement de les seves xarxes i centres de transformació.

Article 13. Fa referència a les característiques que s'han de seguir pel que fa a la reserva de local.

Tipus de subministraments

Subministraments normals: són els efectuats a cada abonat per una sola empresa distribuïdora amb un sol punt de lliurament de l'energia. *Subministraments complementaris o de seguretat:* inclouen els que puguin realitzar dues empreses de subministrament diferents o la mateixa empresa, però amb mitjans de transport i distribució independents, o el mateix usuari a través de mitjans de producció propis.

Article 14. Indica que les empreses subministradores poden proposar especificacions sobre la construcció i muntatge de connexions de servei, línies generals d'alimentació, instal·lacions de comptadors i derivacions individuals. En qualsevol cas, aquestes especificacions s'han d'ajustar al REBT.

Article 15. Defineix què és una connexió de servei i una instal·lació d'enllaç. S'anomena **connexió de servei** la part de la instal·lació de la xarxa de distribució que alimenta la caixa general de protecció. Són **instal·lacions d'enllaç** les que uneixen la caixa general de protecció, aquesta inclosa, amb les instal·lacions interiors o receptores de l'usuari.

Les companyies subministradores han de facilitar els valors màxims previsibles de les potències o dels corrents de curtcircuit de les seves xarxes de distribució, a fi que el projectista tingui en compte aquesta dada en els seus càlculs.

La connexió de servei és responsabilitat de l'empresa subministradora, que n'assumeix la inspecció i verificació final.

Article 16. Defineix les instal·lacions interiors.

Les instal·lacions interiors s'han de realitzar amb les càrregues equilibrades subdividides en circuits. A més, els sistemes de protecció per a les instal·lacions interiors han d'impedir els efectes de sobretensions i sobreintensitats i protegir dels contactes directes i indirectes.

Les **instal·lacions interiors o receptores** són les que, alimentades per una xarxa de distribució o per una font d'energia pròpia, tenen com a finalitat la utilització de l'energia elèctrica.

Article 17. Indica que la instal·lació de receptors i el sistema de protecció per connexió de terra han de respectar les instruccions tècniques complementàries.

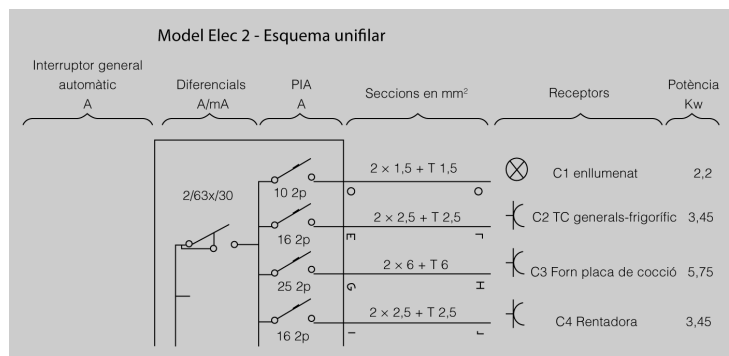
Article 18. L'article 18 indica que únicament podran realitzar les instal·lacions elèctriques els instal·ladors autoritzats. També estableix que la posada en servei i utilització de les instal·lacions elèctriques ha de seguir el següent procediment:

1. Elaboració d'una documentació tècnica que defineixi les característiques de la instal·lació, prèviament a l'execució.
2. Permís per fer la connexió. L'empresa subministradora no podrà connectar la instal·lació receptora a la xarxa de distribució si no li és lliurada la còpia corresponent del certificat d'instal·lació degudament diligenciat.
3. Verificació de la instal·lació per part de l'instal·lador.

1. En funció del tipus d'instal·lació és possible que sigui necessari una inspecció inicial per un organisme de control.
2. En acabar la instal·lació l'instal·lador autoritzat emetrà un certificat d'instal·lació, en el qual es farà constar que aquesta instal·lació s'ha realitzat de conformitat amb el que estableix el REBT i les seves instruccions tècniques complementàries i d'acord amb la documentació tècnica.
3. El certificat, juntament amb la documentació tècnica, s'ha de dipositar davant l'òrgan competent de la comunitat autònoma, a fi d'enregistrar la instal·lació esmentada, i rebre les còpies necessàries de cada interessat i la sol·licitud de subministrament d'energia.

Article 19. Explica que l'empresa instal·ladora ha de confeccionar unes instruccions per al correcte ús i manteniment de la instal·lació elèctrica. Tota instal·lació elèctrica haurà d'anar acompanyada d'un esquema unifilar i del seu manteniment, i dels documents propis de la instal·lació, com són l'esquema unifilar (vegeu figura 1.1) i el plànol de traçat de les canalitzacions, de les xarxes de terra i ubicació dels materials utilitzats.

FIGURA 1.1. Esquema unifilar d'una instal·lació elèctrica



Article 20. Indica que els titulars de les instal·lacions han de mantenir en bon estat de funcionament les seves instal·lacions, i fer-les servir d'acord amb les seves característiques i abstenint-se d'intervenir-hi per modificar-les.

Article 21. Assenyala que l'Administració pública competent pot fer les inspeccions i controls que estimi necessaris.

Article 22. Indica que les instal·lacions elèctriques de baixa tensió les han d'executar instal·ladors autoritzats en baixa tensió, autoritzats per a l'exercici de l'activitat.

Article 23. Estableix que les prescripcions del REBT tenen la condició de mínim obligatori, de manera que les instal·lacions realitzades de conformitat amb el REBT proporcionen les condicions de seguretat a fi de preservar les persones i els béns, quan s'utilitzen d'acord amb la seva finalitat.

Article 24. Indica que pot haver-hi excepcions si prèviament hi ha la corresponent sol·licitud, on s'han d'exposar els motius i les mesures de seguretat alternatives, les quals no poden rebaixar, en cap cas, els nivells de protecció del REBT.

Instal·lacions que s'han de revisar

Hi ha instal·lacions elèctriques que s'han d'inspeccionar periòdicament (per exemple l'enllumenat d'emergència). És molt important garantir-ne l'estat de funcionament mitjançant un manteniment adequat; per tant, s'hauria de contractar el manteniment a un instal·lador autoritzat.

Les autoritzacions concedides per les comunitats autònomes als instal·ladors tindran àmbit estatal.

Llista de totes les normes de referència

En la instrucció tècnica complementària ITC-BT-02 s'ha de recollir la llista de totes les normes, identificades pels títols, la numeració, i ha d'incloure també l'any d'edició.

Article 25. Indica que l'Administració pública ha d'acceptar els certificats emesos per organismes dels altres estats membres de la Unió Europea o de l'Espai Econòmic Europeu.

Article 26. Assenyala quines són les normes de referència. Les instruccions tècniques complementàries poden establir l'aplicació de normes UNE o d'altres de reconegudes internacionalment a fi de facilitar l'adaptació a l'Estat.

Article 27. Indica que quan es produeixi un accident que ocasioni danys o víctimes, la companyia subministradora ha de redactar un informe per tal de poder determinar-ne les causes, a efectes estadístics, així com disposar les correccions en el REBT.

Article 28. Fa referència a les infraccions i sancions. Les infraccions es classifiquen en molt greus, greus i lleus. Són **infraccions molt greus** les tipificades com a greus, quan d'aquestes resulti un dany o perill molt greu per a les persones, la flora, la fauna, les coses o el medi ambient.

Són **infraccions greus**, entre d'altres:

- L'ocultació, modificació de les dades o l'expedició de certificats no concordes amb la realitat dels fets.
- La fabricació, importació, venda, transport, instal·lació o utilització de productes o aparells sense complir les normes reglamentàries, quan comporti un dany o perill greu per a les persones, la flora, la fauna, les coses o el medi ambient.
- La posada en funcionament de les instal·lacions sense tenir l'autorització.
- L'incompliment de les especificacions en matèria de seguretat.
- La inadequada conservació i manteniment de les instal·lacions.

Són **infraccions lleus**:

- L'incompliment de qualsevol altra prescripció reglamentària no esmentada anteriorment.
- La falta de col·laboració amb les administracions en l'exercici de les seves funcions.

Article 29. Indica que el centre directiu competent en matèria de seguretat industrial del Ministeri de Ciència i Tecnologia ha d'elaborar i mantenir actualitzada una **guia tècnica per a l'aplicació pràctica del REBT i les seves instruccions tècniques complementàries**. Aquesta guia d'aplicació del REBT ens ajudarà a aclarir conceptes de cada ITC-BT o dels articles i sobretot ens donarà unes recomanacions pel que fa a nivells recomanats d'equipament actuals de les instal·lacions en un habitatge. Per tant, aquesta guia no és de compliment obligat, però sí que és aconsellable l'ús pràctic.

Per veure tots els certificats i models proposats per la Generalitat de Catalunya haureu d'accedir a la secció "Adreces d'interès", on hi ha l'enllaç web a l'organisme de gestió empresarial encarregat d'aquests tràmits.

La quantia de les sancions

Per a les quanties de les sancions es tindrà en compte la importància del dany, el grau de participació, la capacitat econòmica de l'infractor, la intencionalitat i la reincidència.

1.3 Reglament electrotècnic per a baixa tensió: les instruccions tècniques complementàries

Les **instruccions tècniques complementàries (ITC)** són normes tècniques de caràcter concret que desenvolupen els 29 articles del REBT i que s'agrupen en 51 instruccions.

De les dues parts que formen el REBT, els articles i les ITC, els instal·ladors de categoria bàsica han de conèixer moltes de les instruccions que fan referència a les instal·lacions més usuals en edificis, locals o indústries. En canvi, un instal·lador de categoria especialista haurà de conèixer, o millor dit, saber posar en pràctica, totes les ITC, tant d'instal·lacions usuals com les instal·lacions especials (vegeu la taula 1.2).

TAULA 1.2. Agrupació orientativa de les ITC

ITC	Descripció
ITC-BT-01	Terminologia
ITC-BT-02	Normes de referència al REBT (UNE, UNE-EN, EN i CEI)
ITC-BT-03 a ITC-BT-05	Tramitacions
ITC-BT-06 a ITC-BT-08	Xarxes de distribució
ITC-BT-09	Enllumenat exterior
ITC-BT-10	Previsió de càrregues
ITC-BT-11	Xarxes de distribució: embrancaments
ITC-BT-12 a ITC-BT-17	Instal·lacions d'enllaç
ITC-BT-18	Instal·lacions de posada a terra
ITC-BT-19 a ITC-BT-24	Instal·lacions interiors o receptores
ITC-BT-25 a ITC-BT-27	Instal·lacions interiors en habitatges
ITC-BT-28	Instal·lacions en locals de concurrència pública
ITC-BT-29 a ITC-BT-42	Instal·lacions especials
ITC-BT-43 a ITC-BT-48	Instal·lació de receptors
ITC-BT-49 a ITC-BT-51	Altres instal·lacions

1.3.1 ITC genèriques

En les ITC genèriques hi ha les definicions usades en el REBT i en les ITC, així com les normes de referència al REBT. També es determinen les característiques per ser instal·lador en baixa tensió, la documentació tècnica necessària i les comprovacions que s'han de fer a les instal·lacions elèctriques.

1) **ITC-BT-01:** es troben les definicions generals més usades al REBT. Les

En els "Annexos" d'aquesta unitat trobareu la ITC-BT-01 i 02 amb les definicions i normes UNE que haureu de consultar durant l'estudi de les diferents ITC del REBT.

Per als termes no definits en la ITC-BT-01 ni en les ITC particulars s'aplica la norma UNE 21302.

definicions específiques dels termes utilitzats en les ITC particulars poden trobar-se en el text de les ITC. En la ITC-BT-01 es troben les definicions dels diferents tipus d'aïllament, aparells, cables, canals, circuit, conductors, contactes directes i indirectes, instal·lacions, interruptors, materials elèctrics, magnituds elèctriques, xarxes, etc.

2) ITC-BT-02: indica les normes de referència al REBT. La informació consta del nom de la norma UNE amb la data i una descripció de la norma.

3) ITC-BT-03: desenvolupa l'article 22 del REBT i estableix les condicions i requisits dels instal·ladors en baixa tensió.



Exemple de mesura de tensió d'una instal·lació elèctrica que realitza un instal·lador autoritzat.

Un **instal·lador autoritzat** en baixa tensió és la persona que realitza, manté o repara les instal·lacions elèctriques en l'àmbit del REBT i les seves ITC havent estat autoritzat amb el que prescriu aquesta instrucció. Els instal·ladors autoritzats en baixa tensió es classifiquen en les següents categories:

1. Categoria bàsica: instal·ladors que poden realitzar, mantenir i reparar les instal·lacions elèctriques per a baixa tensió en edificis, indústries i infraestructures.
2. Categoria especialista: els instal·ladors i empreses instal·ladores de la categoria especialista poden realitzar, mantenir i reparar les instal·lacions de la categoria bàsica i a més les corresponents, entre d'altres, a:
 - Sistemes d'automatització, gestió tècnica de l'energia i seguretat.
 - Sistemes de supervisió, control i adquisició de dades.
 - Control de procés.
 - Línies aèries o subterrànies per a la distribució de l'energia elèctrica.
 - Locals amb risc d'incendi o explosió.
 - Quiròfans i sales d'intervenció.
 - Rètols lluminosos.
 - Instal·lacions generadores de baixa tensió.

El certificat de qualificació individual en baixa tensió té validesa a tot l'Estat espanyol.

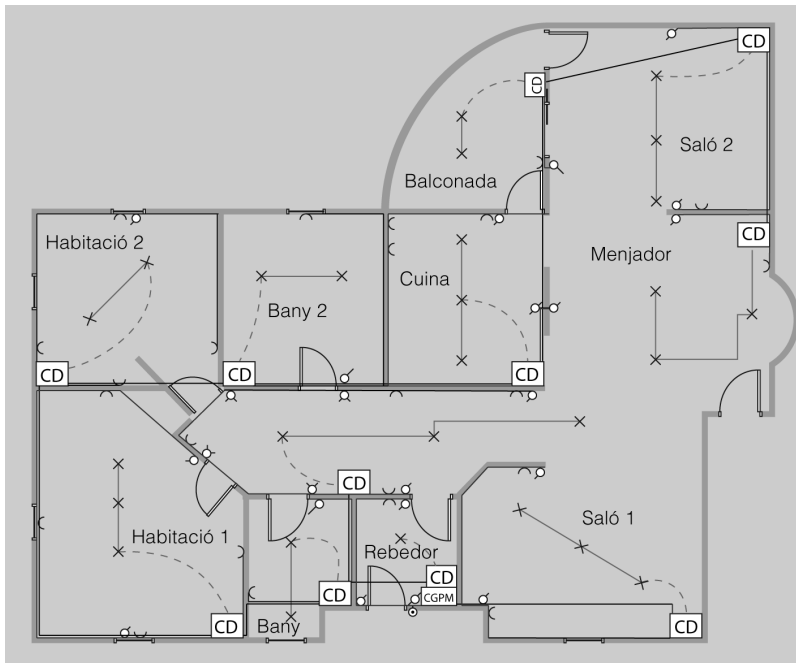
El certificat d'instal·lador autoritzat té una validesa de 5 anys i es renova per un període de duració igual.

Totes les instal·lacions elèctriques s'han d'executar sobre la base d'una documentació tècnica: el projecte i la memòria tècnica de disseny.

El **certificat de qualificació individual** en baixa tensió és el document mitjançant el qual es reconeix al seu titular la capacitat per desenvolupar les activitats en funció de la seva categoria. Per obtenir el certificat de qualificació individual en baixa tensió, s'ha d'acreditar davant la comunitat autònoma una sèrie de requisits com són tenir l'edat legal laboral i coneixements teoricopràctics d'electricitat.

Per obtenir l'autorització d'instal·lador en baixa tensió, s'ha d'acreditar davant la comunitat autònoma que es compta, entre altres, amb els mitjans tècnics (equips elèctrics i un local) i humans (almenys una persona amb el certificat de qualificació individual en baixa tensió), s'ha de tenir una assegurança de responsabilitat civil i s'ha d'estar donat d'alta a l'impost d'activitats econòmiques i al règim corresponent de la Seguretat Social.

4) ITC-BT-04: desenvolupa l'article 18 del REBT i determina la documentació tècnica que han de tenir les instal·lacions elèctriques per ser legalment posades en servei i la tramitació d'aquesta documentació tècnica.

FIGURA 1.2. Croquis del traçat d'una instal·lació elèctrica

1. Projecte. Les noves instal·lacions necessiten l'elaboració d'un projecte, que ha de redactar i signar un tècnic titulat. En la memòria del projecte ha de constar:

- Les dades del propietari.
- L'emplaçament, característiques i ús al qual es destina.
- Característiques i seccions dels conductors que s'han d'utilitzar.
- Característiques i diàmetres dels tubs per a canalitzacions.
- La potència prevista dels receptors i els dispositius de seguretat adoptats.
- Esquema unifilar de la instal·lació i característiques.
- Croquis del traçat de la instal·lació (vegeu figura 1.2).
- Càlculs justificatius del disseny.

2. Memòria tècnica de disseny. S'ha de redactar sobre impresos, segons model determinat, amb l'objectiu de proporcionar les principals dades i característiques de disseny de les instal·lacions.

En la memòria tècnica de disseny s'han d'incloure les dades següents:

- Les dades del propietari.
- Identificació de la persona que signa la memòria i justificació de la seva competència.
- L'emplaçament i ús al qual es destina.
- La potència prevista dels receptors.
- Càlculs justificatius de les característiques de la línia general d'alimentació, derivacions individuals i els elements de protecció.
- Memòria descriptiva.

- Esquema unifilar de la instal·lació i característiques.
- Croquis del seu traçat.

L'organisme de gestió empresarial és qui s'encarrega de qualsevol tràmit a Catalunya.

A la secció "Adreces d'interès" trobareu l'enllaç a l'organisme de gestió empresarial per fer tràmits i documentació d'electricitat.

Totes les instal·lacions elèctriques han de ser efectuades pels instal·ladors autoritzats en baixa tensió. En acabar la instal·lació, l'instal·lador autoritzat ha de realitzar les verificacions oportunes segons la ITC-BT-05.

A continuació l'instal·lador autoritzat ha d'emetre un certificat d'instal·lació, que ha d'incloure:

- Les dades principals de la instal·lació.
- La potència prevista.
- La identificació de l'instal·lador autoritzat.

El titular de la instal·lació ha de sol·licitar el subministrament d'energia a l'empresa subministradora mitjançant el certificat d'instal·lació.

5) ITC-BT-05: desenvolupa els articles 18 i 19 del REBT i determina les verificacions prèvies a la posada en servei i inspeccions de les instal·lacions elèctriques. Les inspeccions poden ser inicials i periòdiques. S'haurà de realitzar una inspecció inicial en les següents instal·lacions elèctriques:

- Instal·lacions industrials amb potència elevada.
- Locals de concurrència pública.
- Locals amb risc d'incendi.
- Locals mullats amb potència elevada.
- Piscines amb potència elevada.
- Quiròfans i sales d'intervencions.
- Instal·lacions d'enllumenat exterior amb potència elevada.

S'hauran de realitzar inspeccions periòdiques a les instal·lacions que van requerir una inspecció inicial.



Un cable mal posat en un mecanisme

El resultat de la inspecció pot ser:

- Favorable: quan no es determini l'existència de cap defecte molt greu o greu.
- Condicionada: quan es detecti almenys un defecte greu o defecte lleu d'una altra inspecció anterior que no s'hagi corregit. S'hauran de corregir les deficiències per obtenir la qualificació de favorable.
- Negativa: quan es detecti almenys un defecte molt greu. S'hauran de corregir les deficiències per obtenir la qualificació de favorable.

Els defectes de les instal·lacions es classifiquen en defecte molt greu, defecte greu i defecte lleu.

- Defecte molt greu: constitueix un perill immediat per a la seguretat de les persones o els béns; per exemple, un contacte directe, en qualsevol tipus d'instal·lació.
- Defecte greu: és el que no suposa un perill immediat per a la seguretat de les persones o dels béns, però pot ser-ho en originar-se una errada en la instal·lació. Són defectes greus:
 - Inexistència de mesures adequades de seguretat contra contactes indirectes.
 - Manca d'aïllament de la instal·lació.
 - Manca de protecció adequada contra curtcircuits i sobrecàrregues als conductors.
 - Valors elevats de resistència de terra.
 - Defectes en la connexió dels conductors de protecció a les masses.
 - Secció insuficient als conductors.
 - Manca d'identificació dels conductors “neutre” i “de protecció”.
 - Manca del nombre de circuits mínims estipulats.
 - Reiteració o acumulació de defectes lleus.
- Defecte lleu: qualsevol defecte que no suposa perill per a les persones o els béns i no pertorba el funcionament de la instal·lació.

1.4 Altres normes

Les instal·lacions elèctriques necessiten, a més del REBT, altres normes que han de ser prescrites per altres estaments públics i privats.

Les comunitats autònomes amb competència sobre indústria poden introduir requisits addicionals sobre el REBT quan es tracti d'instal·lacions elèctriques del seu territori.

Amb aquesta possibilitat, s'han d'incloure les normatives i instruccions publicades en el territori competència de la Generalitat de Catalunya: Decret 363/2004.

1.4.1 Normativa per a l'aplicació del REBT a Catalunya

La normativa que regula el procediment administratiu per a l'aplicació del REBT és el Decret 363/2004 del Departament de Treball i Indústria.

El **Decret 363/2004** conté la classificació de les instal·lacions elèctriques de baixa tensió en relació amb els tràmits administratius que requereixen per a la seva execució, les verificacions i els controls, les noves figures d'empresa instal·ladora i d'instal·lador autoritzat de baixa tensió, les funcions de les entitats d'inspecció i control.

El Decret 363/2004 consta de 17 articles, els quals descrivim breument a continuació:

Article 1. Descripció de l'objecte del Decret.

Article 2. Estableix l'àmbit d'aplicació a l'execució, inspecció i manteniment de les instal·lacions elèctriques distribuïdores, receptores i generadores per a l'ús propi, en baixa tensió, així com l'actuació de les empreses instal·ladores.

Article 3. Classifica les instal·lacions segons la seva importància i risc d'accident, en les dues classes següents:

- Instal·lacions amb projecte: instal·lacions complexes o d'alt risc. També necessiten certificació de direcció i acabament d'obra.
- Instal·lacions amb memòria tècnica de disseny: instal·lacions senzilles.

Article 4. Descriu el procediment administratiu per realitzar les instal·lacions elèctriques.

Article 5. Descriu en quines condicions es pot presentar el butlletí de reconeixement d'instal·lacions elèctriques a efectes de rehabilitació de locals.

Article 6. Determina les verificacions, inspeccions i controls a les instal·lacions elèctriques. El Departament de Treball i Indústria és l'encarregat d'efectuar les possibles inspeccions i controls.

Article 7. Determina quines instal·lacions han de tenir la inspecció inicial abans de la posada en servei.

Article 8. Indica que s'han d'inspeccionar periòdicament, cada cinc anys, totes les instal·lacions elèctriques de baixa tensió que van requerir inspecció inicial i les instal·lacions d'enllumenat exterior amb potència elevada. Cada deu anys, les comunes en edificis d'habitatges de potència elevada.

Article 9. Determina que els titulars d'instal·lacions elèctriques que necessitin inspeccions periòdiques contractaran el seu manteniment amb una empresa instal·ladora, i hauran de disposar d'un llibre de manteniment que contindrà com a mínim el registre i el resultat de les revisions i inspeccions.

Articles 10 i 11. Determinen les funcions de les entitats d'inspecció i control i quin és el procediment d'inspecció.

Article 12. Indica que la instal·lació, l'ampliació, la modificació, el manteniment i la reparació de les instal·lacions elèctriques de baixa tensió seran realitzats per

Les instal·lacions elèctriques noves s'agrupen segons el tipus d'instal·lació, el local, la tensió i la potència.

Verificacions de les instal·lacions

Abans de la posada en funcionament, les instal·lacions elèctriques de baixa tensió han de ser verificades per les empreses instal·ladores que les realitzin.

empreses inscrites al Registre d'Empreses Instal·ladores de Baixa Tensió. Les empreses instal·ladores de baixa tensió es classifiquen en:

- Categoria bàsica (EIBTB). Les empreses instal·ladores d'aquesta categoria podran realitzar, mantenir i reparar les instal·lacions elèctriques per a baixa tensió en edificis, indústries, infraestructures i, en general, totes les establertes en l'àmbit del Reglament electrotècnic per a baixa tensió, que no es reserven a la categoria especialista (EIBTE).
- Categoria especialista (EIBTE). Les empreses instal·ladores de categoria especialista podran realitzar, mantenir i reparar les instal·lacions de la categoria bàsica i, a més, les corresponents a:
 - Sistemes d'automatització, gestió tècnica de l'energia i seguretat per a habitatges i edificis.
 - Sistemes de control distribuït.
 - Sistemes de supervisió, control i adquisició de dades.
 - Control de processos.
 - Línies aèries o subterrànies per a la distribució d'energia.
 - Locals amb risc d'incendi o explosió.
- Quiròfans i sales d'intervenció.
- Làmpades de descàrrega en alta tensió, rètols lluminosos i similars.
- Instal·lacions generadores de baixa tensió.

Article 13. Indica els requisits per obtenir el certificat de qualificació individual.

Article 14. Determina que cada entitat d'inspecció i control ha d'elaborar un arxiu de les instal·lacions realitzades per les empreses instal·ladores amb les quals tingui signats contractes de control, i de les quals hagi rebut la documentació tècnica corresponent.

Article 15. Indica que les empreses instal·ladores han de confeccionar unes instruccions per a la correcta utilització i manteniment de les instal·lacions que s'han d'annexar al certificat de la instal·lació que es lliuri als titulars de qualsevol instal·lació elèctrica.

Article 16. Determina que les companyies elèctriques han de trametre al Departament de Treball i Indústria la informació relativa als accidents que ocasionin danys o víctimes.

Article 17. Fa referència a les sancions per incompliment del Decret 363/ 2004.

El Decret 363/2004 té una sèrie de normatives addicionals que fan referència al registre d'empreses instal·ladores elèctriques, les tarifes o les entitats de formació autoritzades en baixa tensió.

Inspeccions periòdiques

Les inspeccions periòdiques de les instal·lacions elèctriques han de ser efectuades per una entitat d'inspecció i control (EIC) concessionària de la Generalitat de Catalunya.

- ICICT, SA.
- ECA, Entitat Col·laboradora de l'Administració, SA.

L'annex del Decret 363/2004 indica quins són els documents que s'han de presentar, segons la classe d'instal·lació (instal·lacions amb projecte o instal·lacions amb memòria tècnica de disseny).

A més del Decret 363/2004, hi ha les següents instruccions publicades en el territori competència de la Generalitat:

- Instrucció 9/2004. Determina les condicions de seguretat en instal·lacions elèctriques de baixa tensió d'habitatges.
- Instrucció 5/2005. Indica les característiques de les instal·lacions elèctriques de firaires ambulants.

1.4.2 Normes de les companyies elèctriques, normes tecnològiques d'edificació i normes UNE

Les instal·lacions elèctriques necessiten, a més del REBT i de la normativa pròpia de cada comunitat autònoma, altres normes que han de ser prescrites per altres estaments públics i privats, com per exemple l'altura del tub de protecció per a la connexió de servei aèria.

Les **companyies elèctriques** tenen competència en les prescripcions en la connexió de servei, línies repartidores, caixes per a comptadors que són obligatòries per poder connectar la instal·lació interior a la xarxa de distribució. Aquestes normes, conegudes per l'instal·lador com a **normes particulars de la companyia**, són de compliment obligat. Les companyies elèctriques escriuen les seves normes particulars no solament complint el REBT, sinó fent-lo més estricte pel que fa a seguretat, sobredimensionament de seccions de cables, etc...

Les **normes tecnològiques d'edificació (NTE)** són promulgades pel Ministeri de Foment. No anul·len el REBT, sinó que el complementen i també és d'obligatori compliment. Aquí trobarem, per exemple, normes referides a nivells d'il·luminació mínims en vies d'evacuació o quadres elèctrics en locals de concurrència pública, les condicions de protecció contra incendis NBE-CPI-96, etc...

En la instrucció tècnica complementària del REBT ITC-BT-02 es recullen les **normes UNE** que afecten les instal·lacions elèctriques per a baixa tensió. Les normes UNE les estableixen l'Associació Espanyola de Normalització i Certificació (AENOR).

En els annexos trobareu les *Normes particulars de la companyia Fecsa-Endesa a Catalunya*, també conegudes com a *vademècum*.

Origen de les normes UNE

Les **normes UNE** tenen el seu origen en altres normes d'organismes internacionals de normalització electrotècnica com són la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI) o les normes del Comitè Europeu de Normalització Electrotècnica (CENELEC).

1.5 Normativa de prevenció de riscos laborals i de seguretat enfront el risc elèctric

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), un factor que altera la salut d'un individu és l'ambient de treball.

L'ambient de treball és el conjunt total de condicions que envolten la persona al seu lloc de treball, que pot ser:

- Ambient mecànic: és lo que envolta el treballador, els objectes metàl·lics, de fusta, d'obra...
- Ambient físic: sorolls, temperatura, radiacions, il·luminació.
- Ambient químic: són els contaminants químics com fums, pols, aerosols, gasos, vapors...
- Ambient biològic: contacte amb paràsits i bacteris.
- Ambient psicològic: treball inferior a les seves possibilitats, salari inferior al treball fet, treball monòton o repetitiu...
- Ambient social: relacions amb altres persones com el superior, proveïdors, clients...

L'ambient de treball influirà en el risc professional.

Els **riscos professionals** són el conjunt de situacions laborals que poden originar danys a la salut del treballador. El risc és la combinació de la probabilitat i de la gravetat d'una possible lesió o dany per a la salut en una situació perillosa.

En funció de la diferent intensitat de cadascun dels paràmetres, podem valorar el risc com a molt lleu, lleu, moderat, greu o molt greu.

El **perill** és la font de possible lesió o dany per a la salut; no té valoració: n'hi ha o no.

Si fem treballs en una instal·lació elèctrica en la qual hi ha perill d'electrocució, el nivell de risc dependrà:

- De les condicions en què es fa: amb tensió o sense tensió.
- De les mesures preventives que s'adoptin: si hem desconnectat la tensió o si utilitzem eines aïllants.
- De l'efectivitat de les mesures preventives: possibilitat que algú connecti la tensió.

Exemples de riscos

- Pujar una escala: risc de caiguda
- Manipulació d'un element elèctric amb tensió: risc d'electrocució
- Netejar una màquina amb dissolvents: risc d'exposició a contaminants químics
- Utilització d'eines portàtils elèctriques: risc d'exposició al soroll

Exemple de situacions de perill:

- Muntatge d'una instal·lació elèctrica no connectada a la xarxa i sense possibilitat que es connecti: no hi ha perill d'electrocució.
- Reparació d'una instal·lació elèctrica on s'ha tret la tensió amb possibilitat que algú faci la connexió: sí que hi ha perill d'electrocució.

Classificació de riscos

El mètode William T. Fine permet avaluar els riscos en un lloc de treball si tenim en compte la probabilitat del risc i la gravetat de les conseqüències. Un cop feta la classificació dels riscos valorats de l'1 (molt lleu) al 5 (molt greu) el mètode ens dóna dades per fer accions correctores d'aquells riscos potencials si tenim el compte el cost per l'empresa.

La **prevenció** és el conjunt d'activitats i mesures necessàries en totes les fases de l'activitat de l'empresa amb la finalitat d'evitar o disminuir els riscos derivats del treball.

Hem de tenir en compte que si no utilitzem les tècniques de prevenció de riscos laborals aquests riscos derivaran en danys professionals.

Hi ha tres tipus de **danys professionals**:

1. Accident laboral: és tot fet anormal, no esperat ni desitjat, que interromp el desenvolupament normal d'un procés productiu i que, a més a més, comporta un risc de lesions per a les persones (una caiguda d'una escala, etc.).
2. Malaltia professional: són degudes a les condicions de treball. La malaltia professional comporta concessions econòmiques i està regulada legalment: Decret del Ministeri de Treball del 13 d'abril de 1961, actualitzat en l'RD 1995/1978. N'hi ha dos tipus: malalties comunes (un refredat, etc.) i malalties professionals (una sordesa que apareix en passar anys de treballar amb molt de soroll, etc.).
3. Altres danys: són els danys provocats sobre l'equilibri mental i social de les persones (fatiga, estrès, la insatisfacció laboral, etc.).

La **prevenció de riscos laborals** està dividida en cinc especialitats:

1. Seguretat en el treball: elimina o disminueix el risc de produir els accidents de treball.
2. Higiene industrial: preveu l'aparició de malalties professionals.
3. Ergonomia: adequa la persona al treball.
4. Psicosociologia: factors psicosocials que poden repercutir en la salut.
5. Medicina del treball: promoció de la salut, la curació de malalties i la rehabilitació.

Tota la legislació preventiva procedeix de la Unió Europea, que ha fixat **directives o normes**, i cada país ha de transposar aquestes normatives a la seva legislació pròpia. Aquesta **política de seguretat i salut de la UE** es pot dividir en dos grans aspectes:

1. La seguretat dels béns d'equip o dels productes: les empreses fabricants o importadores establertes a la UE han d'emplenar una **declaració de conformitat**, on afirmen que el producte compleix amb les exigències mínimes de seguretat i salut que prescriu la directiva que l'afecta, i si és el cas, ha estat confirmat per un organisme acreditat que ho certifica, com AE-NOR (Associació Espanyola de Normalització i Certificació), CENELEC

En els annexos trobareu la *Guia tècnica per a l'avaluació i prevenció del risc elèctric* de l'Institut Nacional de Seguretat i Higiene al Treball.

(Comitè Europeu de Normalització Electrotècnica) o CEN (Comitè Europeu de Normalització). Una mostra d'aquesta normativa la podem veure sobre el producte amb el marcatge obligatori CE.

2. La política social: la Unió Europea ha publicat directives que regulen l'organització de la prevenció, les condicions de treball o les característiques dels locals i llocs de treball. Un exemple seria la senyalització normalitzada a la feina amb el codi de colors que s'ha de conèixer (vegeu la figura 1.3).

FIGURA 1.3. Senyalització i marca de producte CE



Els danys que es produeixen en la salut de les persones a causa del treball representen un autèntic problema social i tenen conseqüències físiques, morals i ètiques, a més de conseqüències econòmiques per al país. Per tant, tot i què sembli mentida, és rentable invertir en la prevenció i la seguretat a la feina.

A Espanya l'adaptació de la directiva europea es va fonamentar en la **Llei 31/1995 de prevenció de riscos laborals**.

L'LPRL defensa el dret dels treballadors i obliga les empreses a adoptar les mesures necessàries per aconseguir reduir o eliminar els riscos laborals. Per fer-ho s'ha de fer una **gestió de la prevenció dels riscos** a l'empresa, en què tothom és responsable, des de l'operari fins al directiu. El mètode consisteix en el següent:

1. Identificació i avaluació dels riscos per importància.
2. Mesures correctores per eliminar o reduir els riscos: aquesta etapa comporta la **planificació de l'activitat preventiva** referent a la informació i formació en matèria preventiva per als treballadors, les mesures d'emergència i la vigilància de la salut dels treballadors.
3. Assignació de responsabilitats al personal de l'empresa.
4. Pla de formació teòrica i pràctica: es fa en funció de les responsabilitats del personal.

A Espanya, han anat sorgint reformes i millores de la llei LPRL, i tots aquests documents els podeu trobar a la web de l'Institut Nacional de Seguretat e Higiene en el Treball, que trobareu a les adreces d'interès.

En els annexos trobareu un anunci de la Generalitat de Catalunya advertint sobre la importància de la prevenció de riscos a l'empresa.

5. Avaluació del pla de prevenció: la llei obliga a fer auditories cada 5 anys, en què s'avalua l'efectivitat i fiabilitat del sistema de gestió de la prevenció de l'empresa.

1.5.1 L'accident elèctric. Efectes de l'electricitat en el cos humà

Per poder evitar els accidents deguts a corrent elèctric, és necessari adoptar les mesures adequades per a **prevenir** i **protegir** dels possibles riscos que poden presentar-se.

Els riscos derivats de l'energia elèctrica són:

* **Xoc elèctric** per pas del corrent a través del cos humà: Per exemple, una persona toca un conductor i li travessa un corrent.

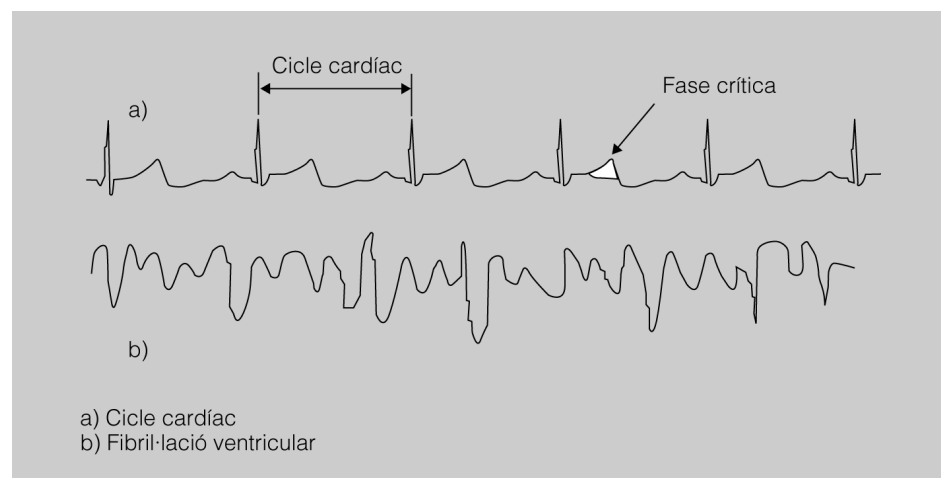
- **Risc d'incendi** per sobrecàrrega dels conductors o per curtcircuit: Per exemple, per un endoll que pot suportar només 1 A posen un lladre i a aquest connecten molts aparells que superen l'amper. L'endoll s'escalfa molt i acaba cremant-se.

Són molts els efectes que l'electricitat té sobre el cos humà. De fet, els nervis funcionen amb petites descàrregues elèctriques; i si aquestes s'alteren pel pas d'un corrent elèctric exterior, provocat per un contacte amb un conductor de la instal·lació elèctrica, pot provocar greus accidents.

L'**accident elèctric** es produeix pel contacte d'una part del cos humà amb qualsevol equip o element d'una instal·lació que tingui tensió, de tal manera que hi ha un corrent elèctric que travessa el cos.

Els nervis i els músculs funcionen amb petites descàrregues elèctriques.

FIGURA 1.4. Cicle cardíac enfront de fibril·lació ventricular



Segons la quantitat d'intensitat del corrent que travessa el cos, i per damunt de tot, segons el trajecte que fa pel cos humà aquesta intensitat, trobem els següents efectes dels accidents elèctrics:

- **Parada cardíaca:** es produeix quan el cor rep el pas del corrent elèctric, té repercussions irreversibles o fins i tot la mort.
- **Fibril·lació ventricular:** aquesta és la causa principal de mort per accident elèctric. Cal entendre que el cor rep per part dels nervis uns impulsos elèctrics per fer el seu batec normal. Si en comptes d'aquests impulsos rep el corrent elèctric de 50 Hz, o el que és el mateix 50 pulsacions per segon, el cor augmenta considerablement la seva velocitat i fa un bombeig de sang superficial i irregular. El pitjor és que quan apareix la fibril·lació ventricular el cor no torna a l'estat normal per ell mateix i cal fer reanimació (abans dels 3 minuts) per no sofrir lesions irreversibles al cervell o parada cardíaca (vegeu figura 1.4).
- **Contracció muscular:** ja fa molts anys (1791) que es coneix l'experiment de Galvani, que va descobrir que en passar el corrent elèctric per una anca de granota aquesta es contraïa. Doncs el mateix li passa al múscul de qualsevol animal, el fet de passar-hi un corrent elèctric fa que aquest es contragui de forma involuntària. El pitjor que ens pot passar en cas de contracció muscular involuntària és que ens quedem enganxats als conductors; és a dir, que en lloc de deixar anar els conductors, els músculs de la mà responguin contraient-se i agafant amb més força els conductors. Si això passés, prenent les mesures necessàries per no quedar-nos-hi nosaltres també enganxats, cal treure'n l'afectat o tancar el subministrament elèctric.
- **Asfíxia:** en aquest cas els músculs que es veuen afectats són els que permeten la respiració, i això provoca que la persona respiri amb dificultat i en casos de grans corrents la parada respiratòria i la mort.
- **Cremades:** poden ser de dos tipus, internes o externes, és a dir, per dins del cos o per la pell. Són originades pel conegut *efecte Joule* i com ja sabem l'efecte calorífic depèn del quadrat de la intensitat.

1.5.2 Factors que influeixen en el risc elèctric

Entenem per *risc elèctric* el risc originat pel corrent elèctric. Però aquest pot ser molt greu o a penes perceptible. No tota l'electricitat és causa de mort, però sí que ho pot ser de cremades. Per això cal saber en quin moment és més perillosa l'electricitat i quins són els factors que en fan augmentar la perillositat. Convé tenir en compte dos fets:

1. Tot tipus de contacte elèctric tindrà una durada i importància que dependrà de les característiques de la xarxa, del valor de la tensió en el moment de produir-se el contacte, i de la resistència òhmica de l'organisme.



Senyal de risc elèctric

2. El grau de perillositat del corrent depèn de la seva forma d'ona i, per tant, de la seva freqüència en el cas de CA (corrent altern).

Els factors que estan relacionats amb el risc elèctric són:

- Valor de la intensitat.
- Valor de la tensió.
- Temps de pas del corrent elèctric.
- Impedància elèctrica del cos humà: la resistència interna del cos o externa de la pell en el moment del xoc elèctric determinaran el valor del corrent elèctric que circularà.
- Trajectòria del corrent elèctric a través del cos: si el corrent travessa la zona on es troba el cor les conseqüències seran pitjors.
- Freqüència del corrent (en altern): en corrent altern (CA) com més freqüència, menors són els efectes. No obstant això, en superar els 100.000 Hz es produeix un escalfament dels teixits. En corrent continu, amb valors d'intensitat iguals, resulta menys perillós que el CA. No obstant això, si el CC passa durant força temps, es pot produir una embòlia gasosa.
- Capacitat de reacció de la persona: Els efectes del corrent elèctric també depenen de la persona (l'estat físic i psicològic, el grau d'alcohol, nerviosisme o excitació, problemes cardíacs, edat, sexe, fatiga, raça, estar dormit o despert, etc.).

Els dos factors més importants dels quals depèn la gravetat d'un accident elèctric són el **corrent** que passi pel cos humà i la **durada**.

La quantitat de corrent que passi pel cos humà és donada per les resistències de contacte i la del cos mateix, que varia molt en condicions humides. Cal, per això, més protecció als llocs més humits, com ara cambres de bany, dutxes..., que no pas als llocs secs. El Reglament electrotècnic de baixa tensió REBT fixa com a tensions de seguretat els valors següents:

- 24 V per a locals o emplaçaments humits.
- 50 V en la resta dels casos.

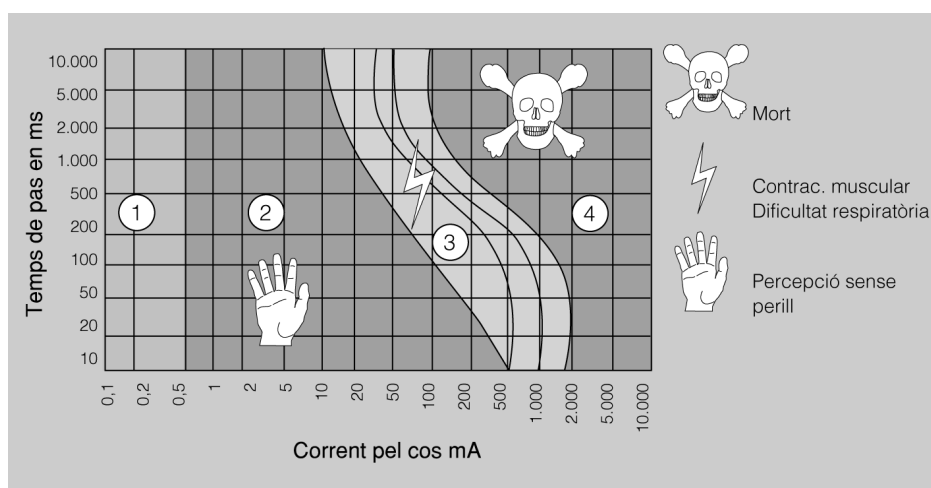
En l'apartat de definicions del REBT (RBT-ITC-01) es defineix el **corrent de contacte** com el corrent a través del cos humà o el d'un animal quan està sotmès a una tensió elèctrica.

1.5.3 Efectes del corrent i del temps de contacte elèctric

Tot el món de l'electricitat està normalitzat i estudiat; així doncs, tenim unes fermes bases per estudiar-la i comprendre-la. A més de les normes UNE (Una Norma Espanyola), tenim les CEI, generades pel Comitè Electrotècnic Internacional, molt utilitzades al món i que és d'on surten la majoria de les normes de tots els països. Moltes vegades les UNE són una simple traducció de les CEI.

La norma CEI 60479-1 ens diu els efectes que una quantitat de corrent/ temps té sobre el cos humà. Per fer-ho més fàcil s'ha dibuixat una gràfica que podem veure en la figura 1.5 i un resum a la taula 1.3.

FIGURA 1.5. Zones temps-corrent



Zona 1: limitada pels 0,5 mA. És el llindar de percepció. No s'hi produeix habitualment cap tipus de percepció.

Zona 2: situada entre el llindar de percepció i el llindar de no deixar anar, en aquesta zona es percep el corrent elèctric però no hi ha cap efecte perillós per al cos humà.

Zona 3: comença amb el llindar de no deixar anar; és a dir, la contracció muscular que fa que si tenim agafat un conductor amb la mà no el puguem deixar anar voluntàriament perquè el corrent elèctric contrau el múscul. Aquesta comença a partir dels 10 mA per a qualsevol temps d'exposició. Cal tenir en compte que depenent del corrent i de la durada ja poden aparèixer la fibril·lació ventricular i la dificultat respiratòria, per la qual cosa poden produir-se efectes que són reversibles, però necessiten primers auxilis com ara reanimació respiratòria i cardíaca.

Zona 4: en aquesta zona és segura la fibril·lació ventricular, i la parada cardíaca i respiratòria, i greus cremades.

Si ens hi fixem, al voltant dels 10 mA és quan comença el perill per al cos humà en qualsevol temps d'exposició al contacte elèctric. Però si el temps de contacte dura menys d'un segon (1.000 ms), podem aguantar fins als 30 mA. Aquests 30 mA són

A un electrocutat se l'ha de tractar com un ofegat, practicant-li la respiració artificial.

La intensitat que passa pel cos és la que pot causar un accident mortal.

una dada molt important que cal recordar, ja que és la que utilitzen els dispositius de seguretat per interrompre el corrent elèctric.

Els dispositius de seguretat (diferencials) són com un vigilant continu que, quan detecta que hi ha un corrent de 30 mA que s'escapa del circuit, desconnecta la instal·lació elèctrica en menys d'un segon per tal que, si hi ha una persona que està rebent el corrent, no resulti danyada.

TAULA 1.3. Efectes sobre el cos del corrent elèctric

Intensitat	Durada contacte elèctric	Efectes sobre el cos
0-1 mA (0,001 A)	Qualsevol temps	Cap efecte. Ni tan sols es nota el pas del corrent elèctric.
1-10 mA (0,01 A)	Qualsevol temps	Notem les rampades del corrent elèctric i els músculs poden començar a contraure's.
10-30 mA	Segons	Es produeixen irregularitats al ritme cardíac, augmenta la pressió de la sang, els músculs es contrauen.
10-30 mA	Minuts	Apareix la fibril·lació ventricular.
30-200 mA	Menys d'un cicle cardíac	La contracció muscular és forta. No es produeix fibril·lació ventricular.
30-200 mA	Més d'un cicle cardíac	Hi ha fibril·lació ventricular. Inconsciència i marques visibles, cremades.

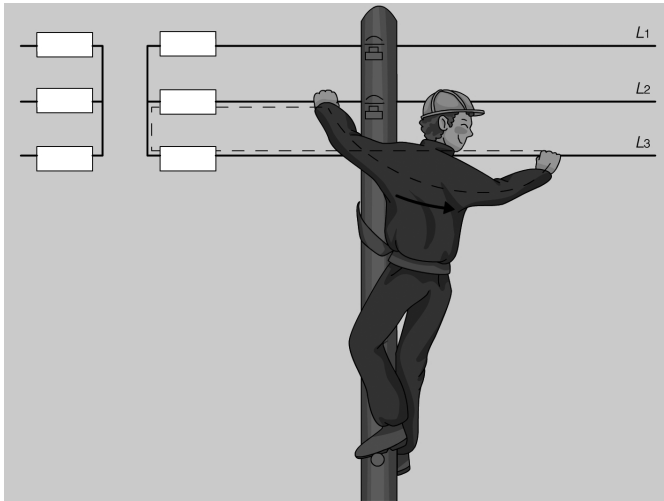
1.5.4 Trajectòria del corrent elèctric a través del cos

El pas del corrent pel cor i pulmons fa que l'electrocució pugui tenir greus efectes.

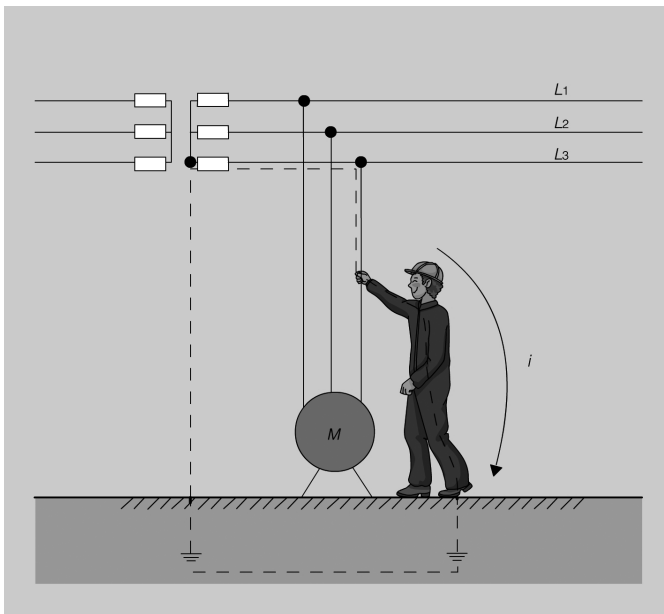
El corrent elèctric, com l'aigua, segueix el camí que menys resistència ofereix. Els elements més delicats i on pitjors conseqüències té el pas del corrent elèctric són el cap, el cor i els pulmons.

Si no passa per aquests òrgans fonamentals, i depenent de la intensitat del corrent, produirà cremades internes, externes o contraccions musculars, més o menys greus. Però el pas del corrent pel cor i els pulmons pot ser mortal en funció de la intensitat i del temps.

El corrent pot passar pel cor i els pulmons en cas, per exemple, que agafem els conductors amb diferents mans. Aquesta és la pitjor situació en la qual ens podem trobar. Si agafem o toquem un cable amb una mà i l'altra amb l'altra, aleshores el corrent passa d'una mà a l'altra passant pel cor i pulmons (vegeu la figura 1.6). Per evitar aquesta possibilitat, la gent amb experiència i que treballa amb tensió té el costum de treballar amb una sola mà, mentre que l'altra pot estar a la butxaca, encara que estèticament i funcionalment és un inconvenient, però hi ha la completa seguretat que no es té un contacte mà-mà, que és molt perillós.

FIGURA 1.6. Contacte d'una mà a l'altra

L'altra possibilitat, que sol ser la més habitual, és que hi hagi contacte d'una mà amb un cable o part amb tensió, i que el corrent passi a través del peu a terra, que és potencial zero (figura 1.7).

FIGURA 1.7. Contacte d'una mà als peus

1.5.5 Resistència del cos humà

És el corrent elèctric el que és perillós per al cos humà. De què depèn el corrent elèctric?

Com ja és habitual, recorrerem a la llei d'Ohm:

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

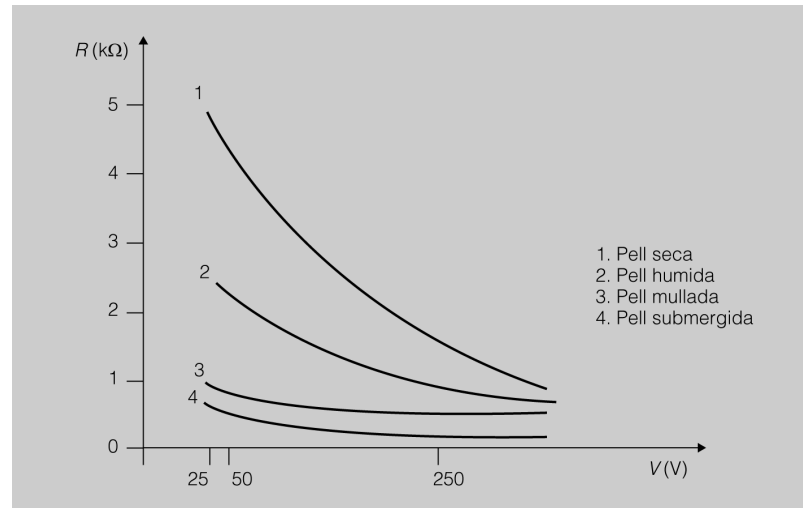
La intensitat que ens passarà pel cos és la divisió entre la tensió aplicada i la

La humitat fa que qualsevol contacte tingui poca resistència, perquè l'aigua és conductora.

resistència del contacte més la del nostre cos. Com més tensió més intensitat (per això les altes tensions són més perilloses que les baixes tensions) i com menys resistència, més intensitat.

La resistència del contacte i del cos humà són molt variables; i un factor determinant d'aquesta variabilitat és la humitat, l'aigua. En cas de contacte, un cos humit té molta menys resistència que un cos sec. Una mà o un peu que està banyat i descalç té una resistència molt baixa i, per tant, hi passa un gran corrent i com ja sabem un gran corrent és la causa d'un greu accident elèctric.

FIGURA 1.8. Resistència del cos humà en funció de la tensió



Vegem, en la figura 1.8, com varia la resistència del cos humà en funció de la tensió i el resum d'aquesta en la taula 1.4.

TAULA 1.4. Resistència del cos humà

Tensió de contacte (V)	Pell seca (Ω)	Pell humida (Ω)	Pell banyada (Ω)	Pell submergida (Ω)
24	4.200	2.100	1.000	700
50	4.000	2.000	900	500
250	1.500	1.000	650	325

De la figura 1.8 i la taula 1.4 podem treure la següent conclusió: que la resistència no és sempre la mateixa, depèn de la humitat i de la tensió que hi apliquem. Si hi apliquem 50 V tenim una resistència i si hi apliquem 250 V en tenim una altra.

I el pitjor és que el cos té menys resistència a les tensions elevades; per això són també més perilloses. I quan està mullat també té menys resistència.

Una cosa curiosa és que quan la tensió passa de 250 V és indiferent que el cos estigui més o menys mullat, perquè totes les línies del gràfic convergeixen cap als 800 Ω .

1.5.6 Mesures de seguretat elèctrica

L'objectiu de qualsevol mètode de prevenció és l'eliminació total o la reducció important de les causes que donen lloc a accidents elèctrics o d'altres tipus d'accidents propis de l'electricista (caigudes a diferent nivell, relliscades, cops, talls, etc.).

Els mètodes més usats són:

- Informatius (formació en prevenció de riscos, senyalització, etc.).
- Asseguraments de la qualitat de les instal·lacions i dels aparells.
- Protecció de materials i persones amb l'ús d'aïllaments, equips de protecció individual (EPI), barreres, etc.

A la taula 1.5 i taula 1.6 es poden veure diferents mesures de prevenció i protecció que permeten tenir més seguretat en les instal·lacions elèctriques.

TAULA 1.5. Proteccions del material elèctric.

Secció i aïllament adequat dels conductors	Aïllament dels receptors	Proteccions contra sobretensions	Proteccions contra sobreintensitats degudes a curtcircuits o sobrecàrregues	Embolcalls

TAULA 1.6. Proteccions de les persones.

Contactes directes i indirectes	Contactes directes	Contactes indirectes
Amb molt baixa tensió de seguretat MBTS (ITC-BT-36)	Amb embolcalls, aïllaments, obstacles, allunyament i complementant amb dispositius de corrent diferencial residual	Tall automàtic de l'alimentació (protecció activa) o bé fent servir sistemes de protecció passiva com separació elèctrica, equips de classe II, connexions equipotencials i locals no conductors

Els sistemes de protecció elèctrica que ens trobem en una instal·lació es basen en el següent:

- Dispositius de protecció.
- La posada o connexió a terra.
- La classificació dels receptors.

1.5.7 Equips de protecció individual (EPI)

Un **EPI** és qualsevol equip destinat a ser dut o subjectat pel treballador, perquè el protegeixi d'un o diversos riscos que en puguin amenaçar la seguretat o la salut,

El coneixement dels riscos elèctrics, la precaució i el sentit comú seran primordials per evitar els accidents de treball.

A l'apartat "Elements de protecció en habitatges" d'aquesta unitat formativa, trobareu informació sobre les mesures de protecció dels contactes directes e indirectes.

Obligacions de l'empresari

Haurà d'estudiar les possibilitats d'adoptar mètodes, mesures o procediments d'organització del treball o implantar mètodes de protecció col·lectiva, per evitar riscos o limitar-los suficientment, o alleugerir-ne els efectes sobre els treballadors.

Per als llocs de treball on s'hagi de recórrer a la protecció individual, caldrà precisar els riscos per cobrir, les parts del cos per protegir i els tipus d'EPI necessaris que s'han d'utilitzar, comparant-los posteriorment amb les característiques dels equips disponibles en el mercat.

Els EPI se subministraran gratuïtament als treballadors, seran d'ús personal i es vetllarà per l'ús i manteniment correctes.

Obligacions i drets dels treballadors

Per la seva part els treballadors o els seus representants, a més a més de rebre la informació i la formació, de ser consultats i de participar, rebran instruccions i ensinistrament per a la utilització correcta dels EPI i sobre els riscos que cobreixen.

És obligació dels treballadors utilitzar els EPI correctament. A més, tenen l'obligació d'informar immediatament sobre qualsevol defecte, anomalia o dany sofert per l'equip que pugui originar una pèrdua de la seva eficàcia protectora.

i també qualsevol complement o accessori destinat a aquesta finalitat. Queden exclosos de la definició, entre d'altres, els equips següents:

- Roba de treball i uniformes no destinats a protegir la salut.
- Equips dels serveis de socors i salvament.
- EPI dels militars i forces de seguretat.
- EPI dels mitjans de transport per carretera.
- Material d'esport, autodefensa o de dissuasió.
- Aparells portàtils de detecció i senyalització de riscos.

Classificació dels EPI

Els EPI es classifiquen en alguna de les 3 categories següents:

1. Categoria 1: EPI de disseny senzill, de protecció contra riscos mínims. Pertanyen a aquesta categoria els guants de jardineria, didals, guants de protecció contra solucions detergents, davantals d'ús professional.
2. Categoria 2: EPI que no reuneix les condicions de les categories I i III, de protecció contra riscos greus.
3. Categoria 3: EPI de disseny complex, de protecció contra riscos molt greus i irreversibles o mortals. Com a exemple pertanyen a aquesta categoria els EPI següents:
 - Els equips de protecció respiratòria filtrants que protegeixen contra els aerosols sòlids i líquids o contra els gasos irritants, perillosos, tòxics o radiotòxics.
 - Els EPI destinats a protegir contra les caigudes verticals.
 - Els EPI destinats a protegir contra els riscos elèctrics, per als treballs fets sota tensions perilloses o els que s'utilitzin com a aïllants d'alta tensió.



Calçat per evitar el risc elèctric

El projectista o fabricant, abans de comercialitzar un model d'EPI, haurà de reunir la documentació tècnica indicada, elaborarà la declaració de conformitat corresponent i posarà en cada EPI o, per defecte, a l'embalatge, la marca CE.

1.6 Protecció ambiental en les operacions de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors

Com ja és sabut des de fa anys, la societat actual està degradant de manera accelerada el planeta.

Com a professionals elèctrics i ciutadans hem de modificar els nostres hàbits amb petites accions individuals i col·lectives, de manera que es redueixin els efectes ambientals al nostre planeta.

La utilització massiva d'aparells elèctrics i electrònics no solament genera residus contaminants per al planeta i les persones sinó que fabricar-los també consumeix enormes quantitats d'energia no renovable i emissió de gasos d'efecte d'hivernacle, nocius per a la salut i causants del canvi climàtic.

El 4% de les deixalles generades a Europa són d'aparells elèctrics i electrònics, i eliminar-les és un problema seriós.

Europa, conscient del problema ambiental i compromesa amb el desenvolupament sostenible, va crear la **Directiva 2002/96/CE del Parlament Europeu i del Consell** en relació amb els aparells elèctrics i electrònics.

Directiva 2002/96/CE del Parlament Europeu i del Consell: llei europea que té com a finalitat implicar productors, distribuïdors, instal·ladors i consumidors perquè s'articulin i aconseguixin reduir la quantitat dels seus residus, la perillositat dels seus components i fomentin el reciclatge per tal de reutilitzar els components dels equips i, per tant, reduir l'energia i els recursos naturals per a la fabricació de nous aparells elèctrics i electrònics.

Espanya va traslladar aquesta directiva europea, adaptant-la al nostre país, mitjançant el **Reial decret 208/2005, del 25 de febrer, RD RAEE (residus d'aparells elèctrics i electrònics)**.

A les adreces d'interès trobareu els enllaços a l'Agència de Gestió de Residus de Catalunya, i també a l'Organisme de Medi Ambient de Catalunya.

RD RAEE (208/2005): normativa d'àmbit estatal de compliment obligat que pretén millorar el comportament de tots els agents que intervenen en el cicle de vida dels aparells elèctric i electrònics. Afecta especialment als professionals que generen residus derivats d'aquests aparells.

L'RD RAEE fa la classificació següent dels diferents aparells elèctrics i electrònics:

- Grans electrodomèstics.
- Petits electrodomèstics.
- Equips d'informàtica i telecomunicacions.
- Aparells electrònics de consum.
- Aparells d'il·luminació.
- Eines elèctriques i electròniques.
- Joguines i equips esportius o de temps lliure.
- Materials mèdics (excepte productes implantats).

- Instruments de comandament i control.
- Màquines expenedores.

Aquesta normativa dóna molta responsabilitat als productors, els quals han de crear sistemes de recollida d'aparells elèctrics, per als professionals i usuaris, que garanteixin el tractament dels residus que s'han recollit. A més d'aquesta gestió de residus per al reciclatge, han de fer un marcatge d'aquests aparells.

Un **sistema integrat de gestió (SIG)** de residus és una agrupació de productors d'aparells elèctrics i electrònics que té la finalitat de complir amb l'obligació de recollir i reciclar les parts que componen l'aparell.

A Espanya cada comunitat autònoma té competències ambientals i ha d'autoritzar un SIG de RAEE que hi vulgui operar.

Els productors es veuen implicats en la necessitat de dissenyar els productes amb el mínim cost i amb el mínim impacte ambiental, utilitzant materials que es puguin reutilitzar i recuperant els aparells que han acabat la seva vida útil.

La **logística inversa** es refereix a la totalitat d'operacions que fa un SIG de RAEE en el seu procés de reciclatge d'aparells. Es basa en la gestió del moviment de residus des del consumidor cap al fabricant i, com a activitats d'aquest procés podem citar: activitats de recollida i transport, de desmuntatge, tractament i reaprofitament de materials o de parts del producte.

ECOLUM o AMBILAMP són dos SIG que, sense ànim de lucre, s'encarregen de la gestió de residus de làmpades a Catalunya.

En els annexos trobareu la *Guia per a la recollida selectiva de residus de lluminàries d'Ecolum*.

Aquesta normativa és molt important tenir-la present en tot moment com a instal·ladors elèctrics professionals, ja que com a professionals estareu en contacte amb molts residus elèctrics i electrònics que es generen en oficines, centres comercials, edificis d'habitatges, hospitals, escoles, a més d'altres com cartró, vidre, etc.

La nostra tasca s'acabarà quan tots aquests residus acabin al seu lloc de recollida selectiu, com contenidors apropiats o punts verds, de manera que no acabin en abocadors d'escombraries i es trenqui la cadena de reciclatge.

Els SIG estan al servei del ciutadà i dels instal·ladors professionals o grans distribuïdors de material elèctric o d'aparells elèctrics i electrònics sense cap cost, ja que un SIG és una associació sense ànim de lucre.

En el moment de la compra d'aparells elèctrics o electrònics, inclosos en l'RD RAEE, s'haurà de pagar un petit import anomenat **cost de gestió** establert per l'RAEE. Aquesta aportació estarà destinada a les despeses que es generen de totes les activitats que fa un SIG (punts de recollida selectius, transport de residus, tractament de materials amb tecnologies específiques, instal·lacions de plantes de reciclatge, etc.).

Recordem que tenim obligacions ambientals regularitzades per llei, a més de socials i ètiques i, per tant, hi ha grans sancions que també hem de tenir en compte.



Contenedor per a la recollida selectiva d'Ambilamp

1.6.1 Fonts de contaminació de l'entorn ambiental de l'electricista

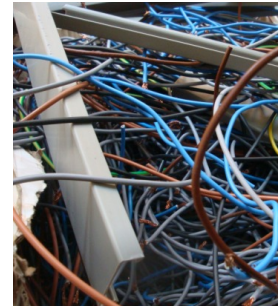
L'electricista o instal·lador elèctric ha de conèixer molt bé els materials amb els quals treballarà cada dia i l'impacte ambiental que poden produir els seus residus i el seu comportament si és irresponsable. A més, la seva activitat diària ha d'estar enfocada no solament a reduir costos econòmics sinó també a cuidar el medi ambient i el benestar social.

Les principals fonts de contaminació es poden classificar de la manera següent:

- Residus urbans: paper, cartró, envasos de plàstic, vidre o metall, restes orgàniques, roba i draps bruts.
- Restes de demolicions i obres.
- Residus industrials inerts: restes de plàstic, material elèctric substituït, com tubs de plom, cables o eines velles.
- Residus perillosos: detectors radioactius, parallamps, mecanismes que contenen mercuri, fluorescents, aerosols, piles, bateries, etc.
- Emissions a l'atmosfera: soroll acústic, pols, fums i gasos tòxics.

Com a exemples de bones conductes ambientals d'un electricista podrien enumerar les següents:

- Minimitzar la producció de residus i emissions de gasos nocius.
- Seleccionar i separar els residus en diferents caixes per la recollida selectiva posterior adequada.
- Planificar bé els materials necessaris per reduir els sobrants de la instal·lació, com per exemple l'excés típic de conductors i canalitzacions.
- Promoure la reutilització dels cables, tubs i canals de la mida i secció adequada.
- Estalviar aigua i energia i recursos naturals exhauribles en general.
- Complir amb les normatives ambientals vigents i les normes del municipi on es treballa.
- Escollir preferentment eines i materials que compleixin les normatives ambientals durant la fabricació, que siguin reciclables i envasats amb materials reutilitzables. Normalment aquests materials incorporen marques o símbols ambientals que hem de conèixer.
- Intentar evitar l'ús de productes químics amb components agressius per al medi ambient com dissolvents aquosos, detergents biodegradables, etc.
- Escollir lluminàries de baix consum energètic, alta eficiència lluminosa i llarga vida útil, i descartar les d'incandescència.



Residus de l'instal·lador elèctric

PVC

El PVC és un polímer termoplàstic sintètic obtingut per polimerització del clorur de vinil com a únic monòmer. El policlorur i el clorur de vinil són una font de greus impactes ambientals, tant en la fabricació (emissions de clorur de vinil i generació de residus especials), com en el processament (ús de metalls pesants i altres substàncies químiques problemàtiques) i la incineració (emissions d'àcid clorhídric i organoclorats).



Contenedor per a la recollida selectiva d'Ambilamp

- Evitar l'excés de soroll de màquines elèctriques.
- Promoure l'ús d'energies renovables i l'educació ambiental.

1.6.2 Classificació dels residus generats per a la retirada selectiva

Un dels punts més importants de les tasques de l'instal·lador serà la de finalitzar la feina amb una gestió correcta dels residus generats durant les activitats. La seva tasca acabarà quan cada material o residu quedi dipositat al seu contenidor municipal en les condicions apropiades per a la retirada i el tractament posterior per al reciclatge.

La **recollida selectiva** consisteix a recollir diferenciadament diferents fraccions dels residus municipals amb la finalitat de poder-los reciclar. La recollida selectiva i el reciclatge permeten estalviar recursos escassos i part de l'energia necessària per a la fabricació dels productes a partir de matèries primeres verges.

Cada municipi disposa de diferents mecanismes o sistemes de recollida selectiva, dels quals ens haurem d'informar per tal de complir la normativa municipal de gestió de residus.

Hi ha diferents sistemes de recollida en funció dels diferents tipus de residus existents, com ara:

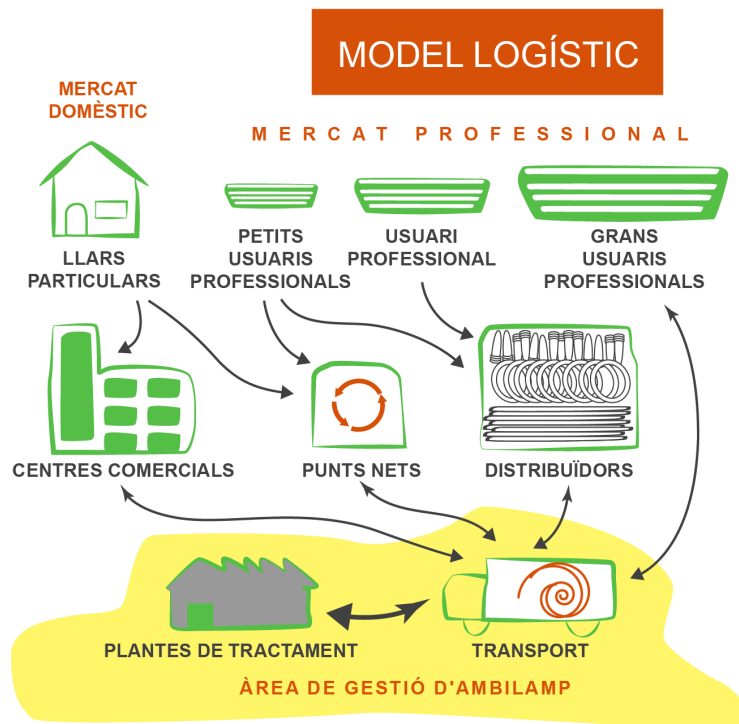
- Residus municipals o urbans: normalment es tracta del sistema de recollida típic, en què trobem contenidors de colors als carrers per al vidre (contenidor verd), paper i cartró (contenidor blau), envasos (contenidor groc) i matèria orgànica i restes (contenidor marró). Aquesta separació dels residus es diu *en fraccions*, i podem trobar contenidors municipals a les voreres, soterrats, pneumàtics o fins i tot sistemes de recollida a domicili a una determinada hora (porta a porta).
- Restes de demolicions i obres: es consideren residus de la construcció, d'acord amb la normativa, aquells residus que es generen en una obra de construcció o demolició. Hi ha punts verds o deixalleries municipals (mòbils o fixes) on ens podrem desfer de les runes complint la normativa. Una altra manera és comprant sacs de runes i pagar una taxa municipal per la recollida específica d'aquests materials.
- Residus industrials i residus perillosos: durant les feines l'electricista haurà de separar en caixes cada tipus de residu en funció de les possibilitats de reutilització. Per exemple, hi pot haver residus de làmpades, residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), piles i acumuladors, fluorescents, metalls, etc. Per a la recollida selectiva poden sol·licitar ajuda gratuïta de recollida i transport a un SIG, o bé, fer servir contenidors específics que es

En els annexos trobareu la *Guia de les bones pràctiques ambientals de l'instal·lador electricista*.

poden trobar en centres comercials, distribuïdors de material elèctric, etc. Una altra solució podria ser fer servir les deixalleries mòbils o el punt verd més proper.

A la figura 1.9 es pot observar el model logístic d'Ambilamp per accedir a la recollida i transport de les làmpades des de l'usuari domèstic fins al mercat professional, per acabar en una planta de tractament.

FIGURA 1.9. Model logístic d'Ambilamp



Les làmpades es depositaran als contenidors sense l'embalatge de cartró o plàstic, i és molt important que no es trenquin, ja que el mercuri entraria en contacte amb el medi ambient abans d'arribar a la planta de reciclatge.

És important saber que les làmpades estan fetes de vidre, plàstic i metall, materials que es poden reciclar i reutilitzar, però també tenen mercuri, que en ser tan contaminant per al medi ambient s'ha de recuperar completament. Hem de saber que només en la RAEE apareixen les làmpades que contenen mercuri; la resta, com les bombetes incandescentes o els halògens, no s'han de depositar als contenidors dels fluorescents, les bombetes d'estalvi o les de descàrrega (vegeu la figura 1.10 i la figura 1.11).

FIGURA 1.10. Làmpades no incloses en la RAEE



FIGURA 1.11. Làmpades incloses en la RAEE

2. Circuits elèctrics bàsics

La instal·lació elèctrica d'un habitatge, comerç o indústria s'ha de realitzar mitjançant circuits elèctrics que donin resposta a les diferents necessitats i segons les prescripcions de la normativa. Els circuits es representen mitjançant diferents tipus d'esquemes. Aquests esquemes es componen de símbols gràfics que han de ser coneguts i normalitzats.

Els símbols que s'utilitzen en la representació gràfica d'instal·lacions elèctriques es realitzen segons la norma UNE-EN-60617.

2.1 Simbologia

Per representar en esquemes els diferents elements reals en una instal·lació s'utilitzen símbols normalitzats. D'aquesta manera es simplifica la representació i interpretació.

A la secció "Annexos" trobareu un manual de l'electricista molt útil, gràcies a PLCMadrid, amb la simbologia més important per a l'instal·lador elèctric.

La **simbologia** té per objectiu la representació senzilla i esquemàtica de qualsevol element de fabricació normalitzada.

El fet de treballar amb símbols fa que realitzar esquemes sigui simple i ràpid. La grandària dels símbols no és proporcional a la grandària de l'element real; els símbols tenen tots una grandària més o menys igual, proporcional a l'esquema on es col·loquen.

La simbologia està normalitzada segons la norma UNE-EN-60617. Aquesta norma es divideix en apartats en funció dels tipus de símbols. En la taula 2.1 es descriuen cadascun d'aquests apartats.

TAULA 2.1. Apartats de la norma UNE-EN-60617


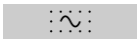


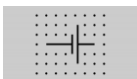



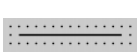
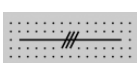
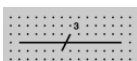
Apartat	Descripció
UNE-EN 60617-2	Elements de símbols, símbols distintius i altres símbols d'aplicació general
UNE-EN 60617-3	Conductors i dispositius de connexió
UNE-EN 60617-4	Components passius bàsics
UNE-EN 60617-5	Semiconductors i tubs electrònics
UNE-EN 60617-6	Producció, transformació i conversió de l'energia elèctrica
UNE-EN 60617-7	Dispositius de control i protecció
UNE-EN 60617-8	Instruments de mesura, làmpades i dispositius de senyalització

TAULA 2.1 (continuació)



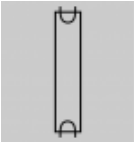




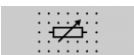





Apartat	Descripció
UNE-EN 60617-9	Telecomunicacions: commutació i equips perifèrics
UNE-EN 60617-10	Telecomunicacions: transmissió
UNE-EN 60617-11	Esquemes i plànols d'instal·lació, arquitectònics i topogràfics
UNE-EN 60617-12	Operadors lògics binaris
UNE-EN 60617-12	Operadors analògics

Els símbols sovint es troben dins d'una malla de 2,5 mm. Aquesta malla de disseny de fons permet determinar les proporcions del símbol. A més dels símbols generals (taula 2.2), hi ha altres símbols molt utilitzats, com poden ser els símbols de receptors i càrregues com són les làmpades i fluorescents (taula 2.3), els símbols de connexions com són les preses de corrent i les regletes de connexions (taula 2.4), els símbols d'elements de comandament com són els interruptors i els commutadors (taula 2.5), els símbols d'elements de protecció com són els fusibles i els interruptors automàtics diferencial i magnetotèrmic (taula 2.6), o altres símbols com són els transformadors i motors (taula 2.7).

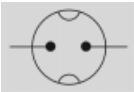

TAULA 2.2. Símbols generals

Símbol	Significat
	Corrent continu
	Corrent altern
	Efecte tèrmic
	Efecte inductiu
	Pila, acumulador, bateries de piles o acumuladors
	Terra
	Massa
	Equipotencialitat
	Conductor
	Conductors en representació unifilar. Forma 1
	Conductors en representació unifilar. Forma 2
+	Polaritat positiva
-	Polaritat negativa



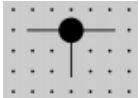
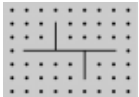
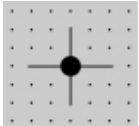
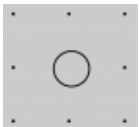

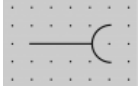
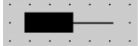
TAULA 2.3. Símbols de receptors i càrregues

Símbol	Significat
	Làmpada. Símbol general i multifilar
	Làmpada. Símbol unifilar
	Tub fluorescent. Símbol multifilar
	Equip fluorescent. Símbol unifilar
	Encebador
	Timbre
	Resistència
	Resistència variable
	Condensador
	Condensador polaritzat
	Bobina. Reactància
	Bobina amb nucli magnètic
	Bobina amb entreferro al nucli magnètic


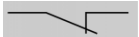
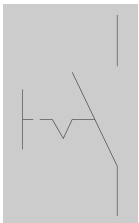
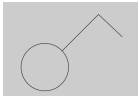
TAULA 2.4. Símbols de connexions

Símbol	Significat
	Presa de corrent. Símbol multifilar
	Presa de corrent. Símbol unifilar

TAULA 2.4 (continuació)

Símbol	Significat
	Connexió elèctrica
	Derivació. Punt de bifurcació equipotencial. Forma 1
	Derivació. Punt de bifurcació equipotencial. Forma 2
	Unió doble de conductors. Punt de doble bifurcació equipotencial. Forma 1
	Unió doble de conductors. Punt de doble bifurcació equipotencial. Forma 1
	Born de connexió
	Regleta de connexió
	Connector femella
	Connector mascle

TAULA 2.5. Símbols d'elements de comandament

Símbol	Significat
	Contacte normalment obert. Símbol multifilar
	Contacte normalment tancat. Símbol multifilar
	Interrupctor normalment obert. Símbol multifilar
	Interrupctor. Símbol unifilar

.....

TAULA 2.5 (continuació)

Símbol	Significat
	Contacte commutat. Símbol multifilar
	Commutador. Símbol multifilar
	Commutador. Símbol unifilar
	Commutador d'encreuament. Símbol multifilar
	Commutador d'encreuament. Símbol unifilar
	Pulsador normalment obert. Símbol multifilar
	Pulsador. Símbol unifilar
	Interruptor doble. Símbol multifilar
	Interruptor doble. Símbol unifilar
	Automàtic d'escala. Símbol multifilar
	Automàtic d'escala. Símbol unifilar
	Teleruptor. Símbol multifilar
	Teleruptor. Símbol unifilar

.....

TAULA 2.5 (continuació)

Símbol	Significat
--------	------------

TAULA 2.6. Símbols d'elements de protecció

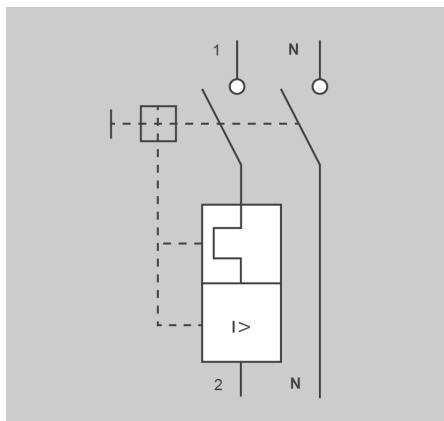
Símbol	Significat
--------	------------



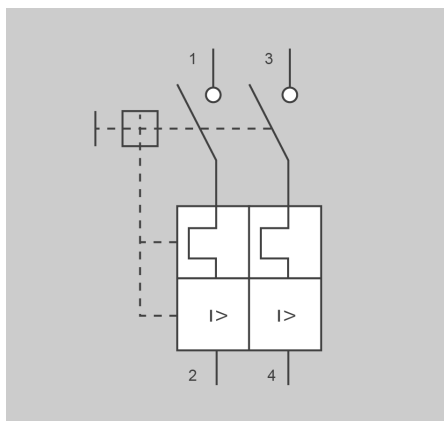
Fusible



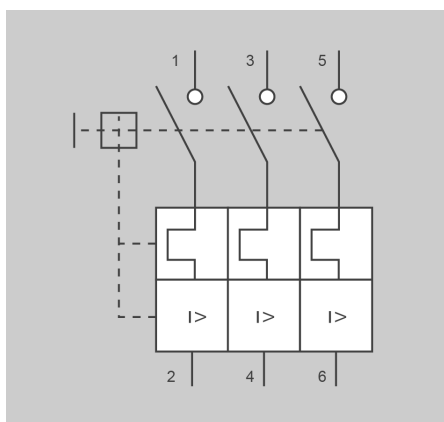
Fusible interruptor



Interruptor automàtic magnetotèrmic F+N. Símbol multifilar



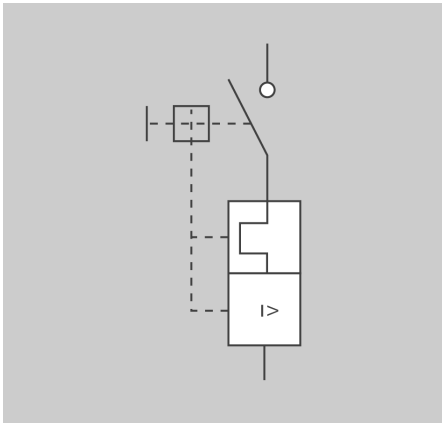
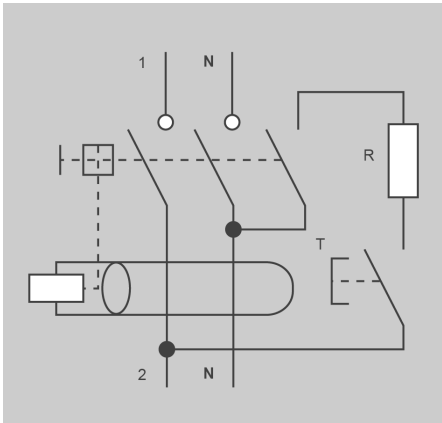
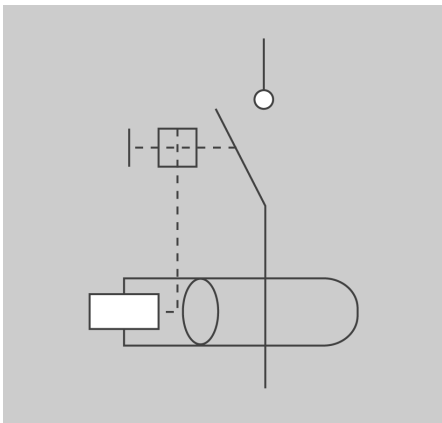
Interruptor automàtic magnetotèrmic bipolar. Símbol multifilar



Interruptor automàtic magnetotèrmic trifàsic. Símbol multifilar

.....

TAULA 2.6 (continuació)

Símbol	Significat
	<p>Interrupctor automàtic magnetotèrmic. Símbol unifilar</p>
	<p>Interrupctor automàtic diferencial bipolar. Símbol multifilar</p>
	<p>Interrupctor automàtic diferencial. Símbol unifilar</p>

TAULA 2.7. Altres símbols

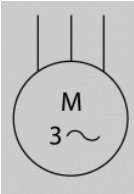
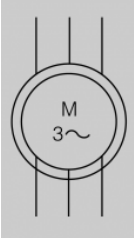
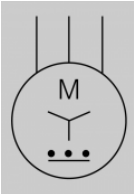
Símbol	Significat
	<p>Transformador. Forma 1</p>

TAULA 2.7 (continuació)

Símbol	Significat
	Transformador. Forma 2
	Transformador trifàsic estrella-triangle. Forma 1
	Transformador trifàsic estrella-triangle. Forma 2
	Escalfador d'aigua
	Ventilador
	Motor de corrent continu
	Motor pas a pas
	Motor de col·lector sèrie monofàsic
	Motor sèrie trifàsic
	Motor síncron monofàsic

.....

TAULA 2.7 (continuació)

Símbol	Significat
	Motor d'inducció trifàsic
	Motor d'inducció trifàsic amb rotor bobinat
	Motor d'inducció trifàsic amb estator en estrella

2.2 Esquemes de circuits elèctrics. El plànol elèctric

Un **esquema** és una representació de tipus gràfic en la qual es mostren com es connecten entre si els elements que formen part del circuit. Els esquemes poden ser:

- Funcionals.
- Multifilars.
- Unifilars.

2.2.1 Esquema funcional

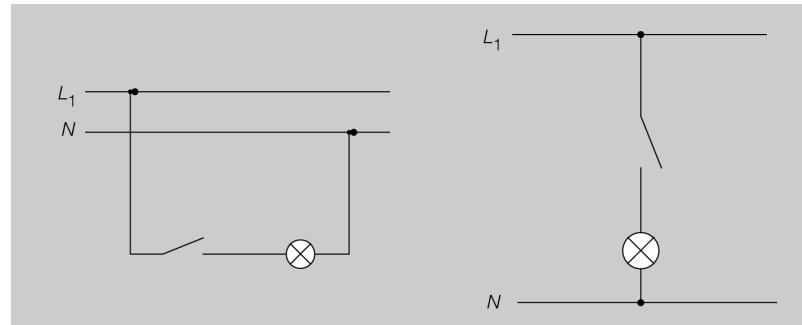
L'**esquema funcional** té per finalitat comprendre el principi de funcionament del circuit que es representa.

L'esquema funcional representa tots els elements de la instal·lació amb totes les connexions. S'ha de realitzar de manera senzilla i esquemàtica per a una fàcil comprensió del funcionament del circuit.

A tall d'exemple, en la figura 2.1 es mostra l'esquema funcional d'un punt de llum amb interruptor. Qualsevol de les dues representacions és correcta. Les dues línies L_1 i N representen la fase i el neutre. Es pot observar com un circuit comença a la fase i acaba al neutre. Entre la fase i el neutre hi ha els mecanismes com l'interruptor i les càrregues com la làmpada.

Hem de tenir en compte que les càrregues sempre aniran connectades entre fase i neutre, mentre que els mecanismes d'interrupció del corrent elèctric (interruptors, commutadors, etc.) hauran d'estar connectats tallant la fase.

FIGURA 2.1. Esquema funcional d'un punt de llum amb interruptor

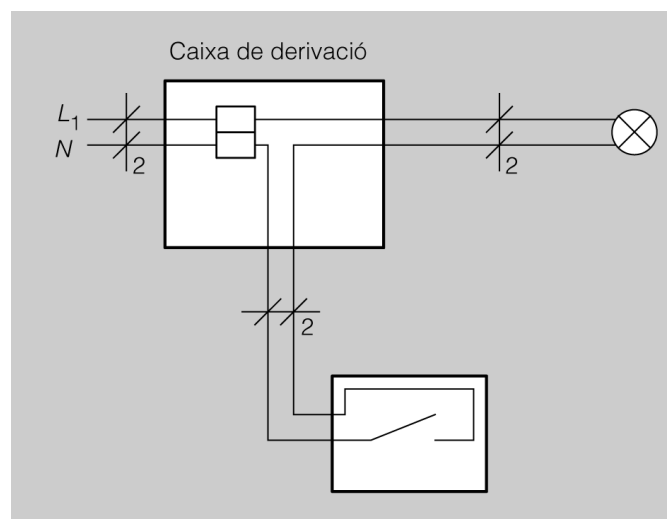


2.2.2 Esquema multifilar, circuital o de circuit

L'**esquema multifilar** descriu com es realitzen les connexions dels elements i el nombre de conductors que formen part del circuit.

En l'esquema multifilar es representen tots els elements i conductors amb les connexions i la situació semblant a la dels elements reals. Cada conductor es representa amb una sola línia i cada connexió es correspon amb la realitat.

FIGURA 2.2. Esquema multifilar d'un punt de llum amb interruptor



Com observem en la figura 2.2, on hi ha representat l'esquema multifilar d'un punt de llum amb interruptor, hi ha la caixa de derivació amb la regleta de connexions a l'interior. Els conductors són agrupats i s'ha d'indicar el nombre de conductors amb línies perpendiculars i transversals, juntament amb el nombre de conductors agrupats. Cada mecanisme com l'interruptor s'ha de representar dins d'una única caixa.

2.2.3 Esquema unifilar

L'**esquema unifilar** simplifica els esquemes funcionals i multifilar i redueix el nombre de conductors i els símbols dels elements utilitzats.

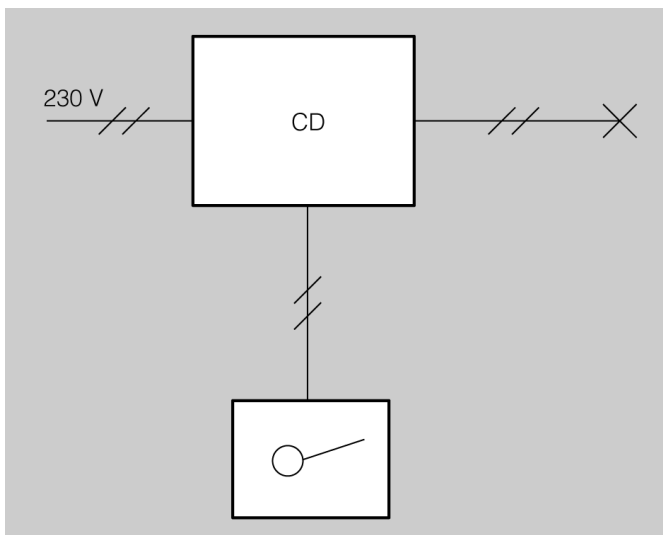
El cablatge es representa amb una sola línia amb unes línies transversals, que indiquen el nombre de conductors que hi ha agrupats, generalment amb un tub de protecció.

Si el nombre de cables és igual o inferior a tres, s'indica amb unes línies transversals. Si el nombre de cables és superior a tres, s'indica amb una línia transversal amb una xifra numèrica, que indica el nombre de cables.

La figura 2.3 és un esquema unifilar d'un punt de llum amb interruptor on hi ha dos cables per a la làmpada, dos d'entrada al circuit (230 V) i dos per al mecanisme interruptor.

En un esquema unifilar els símbols utilitzats estan normalitzats sense contactes.

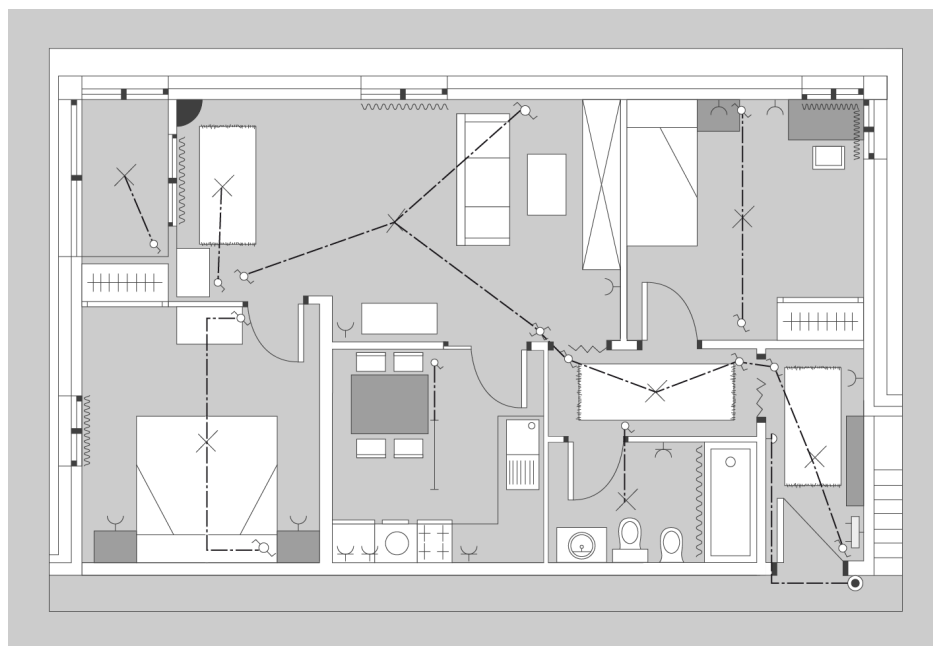
FIGURA 2.3. Esquema unifilar d'un punt de llum amb interruptor



2.2.4 Plànol elèctric

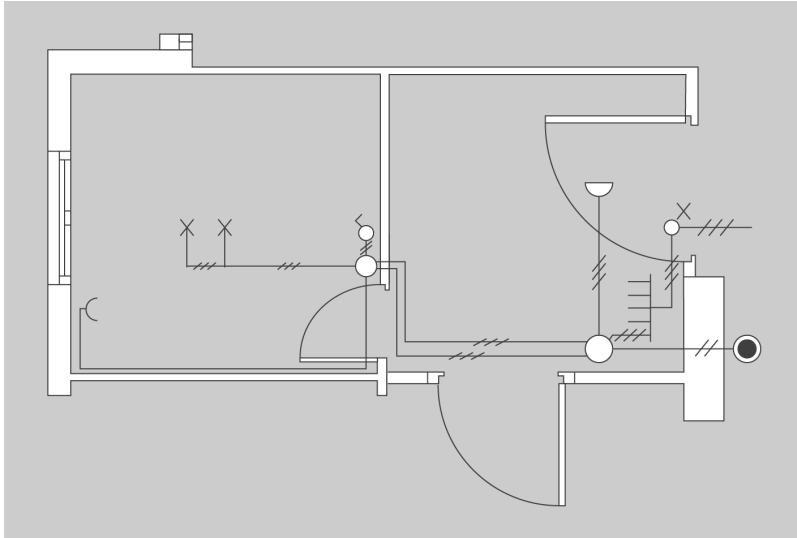
El **plànol elèctric** és una representació dels circuits, normalment en planta, on hi ha d'haver un caixetí normalitzat amb la informació necessària per interpretar el dibuix, com l'escala, el nom del plànol, de l'instal·lador, la ubicació de l'edifici, etc. En vista en planta s'utilitza la representació de l'esquema amb simbologia unifilar i permet situar els elements i les canalitzacions indicant el número de conductor amb línies transversals. A vegades la vista en planta només s'utilitza per situar en l'espai els mecanismes i els receptors fent una unió entre aquests amb línia, normalment, discontinua.

FIGURA 2.4. Plànol de la instal·lació elèctrica d'un habitatge

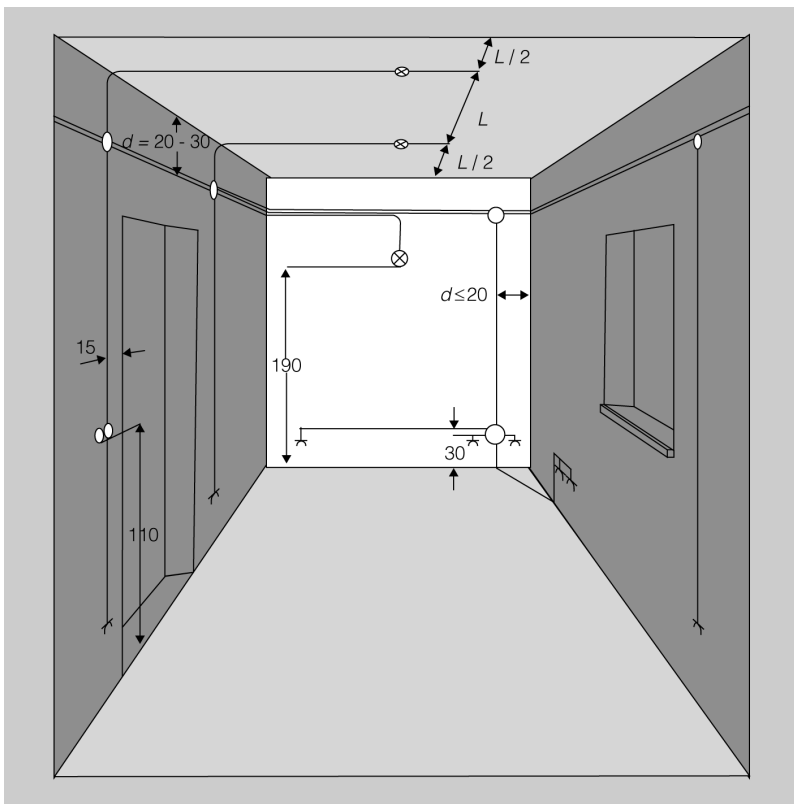


Com a exemple, la figura 2.4 és el plànol de la instal·lació elèctrica d'un habitatge on s'observa l'ús de la simbologia unifilar però només mostra la distribució i la relació entre els mecanismes, els punts de llum i les preses de corrent.

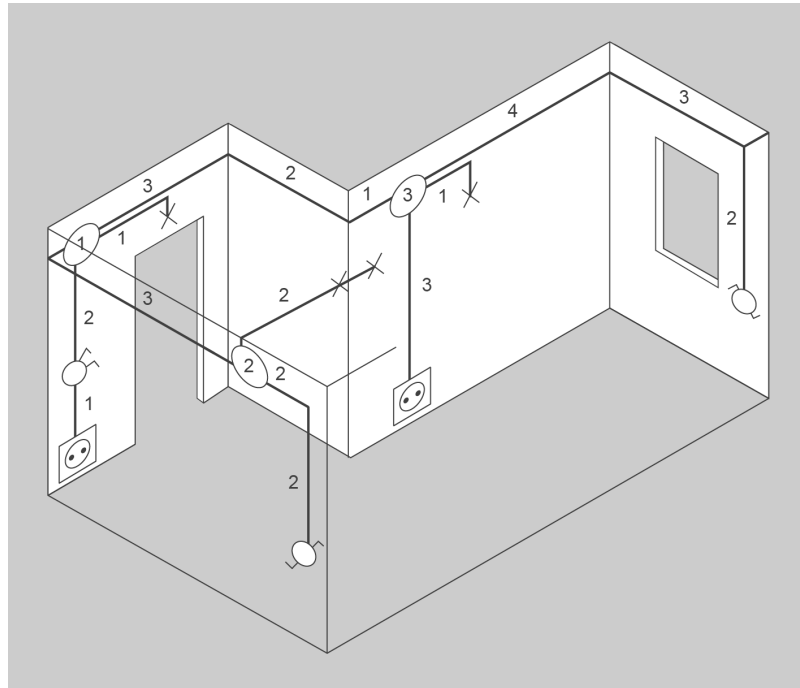
La figura 2.5 mostra una vista en planta d'una part d'un habitatge on s'observa l'esquema unifilar amb el nombre de conductors amb les línies transversals. En concret, es tracta d'una instal·lació de dos punts de llum en paral·lel amb interruptor i bronzidor activat amb polsador.

FIGURA 2.5. Esquema unifilar vista en planta

Altres variants de plànols elèctrics són l'alçat i la perspectiva isomètrica, cavallera o amb un punt de fuga. Gràcies a la vista en perspectiva de l'habitació o l'habitatge l'instal·lador elèctric també pot traçar les canalitzacions amb tubs o canals indicant les mides dels tubs requerits per trams i respectant les alçades i distàncies que marca el reglament (vegeu la figura 2.6).

FIGURA 2.6. Perspectiva amb punt de fuga de la instal·lació elèctrica d'una habitació

La figura 2.7 mostra una instal·lació de tubs amb perspectiva isomètrica, o sigui, amb eixos xyz a 120 graus.

FIGURA 2.7. Instal·lació de tubs en perspectiva isomètrica

2.3 Circuits bàsics

Els **circuits bàsics** són una sèrie d'esquemes elèctrics amb els diferents elements que es poden trobar en un habitatge, local comercial, industrial o qualsevol altre amb finalitats anàlogues.

A partir dels circuits bàsics es poden fer variants i combinacions per fer circuits més complexos.

El circuit més senzill és un interruptor amb una làmpada o una base d'endoll. Si calen més làmpades s'ha de fer en paral·lel. Una altra possibilitat també és controlar el llum des de dos o tres llocs diferents; aleshores és necessari utilitzar commutadors en comptes d'un interruptor. Altres tipus de circuits bàsics són el pulsador amb timbre i l'ús de fluorescents.

Els conductors de la instal·lació han d'estar fàcilment identificats, especialment pel que fa als conductors neutre i de protecció. Aquesta identificació s'ha de fer pels colors que presentin els seus aïllaments. Quan hi hagi un conductor neutre a la instal·lació s'ha d'identificar pel color blau clar. El conductor de protecció s'ha d'identificar pel doble color verd-i-groc. Tots els conductors de fase o, si escau, aquells per als qual no es prevegi el seu pas posterior a neutre, s'han d'identificar pels color marró o negre. Quan es consideri necessari identificar tres fases diferents, es pot utilitzar el color gris.

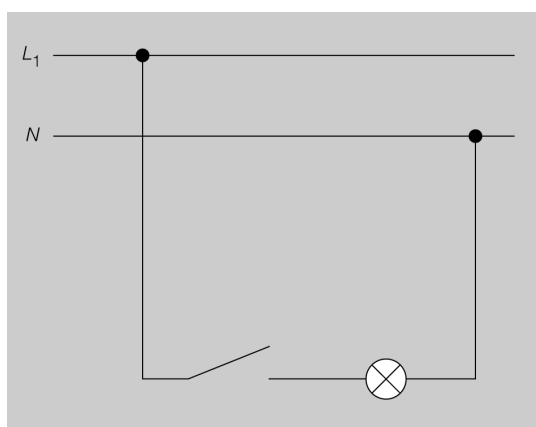
A la taula 2.8 podeu veure el codi de colors que hem de respectar en els circuits que formen les instal·lacions (ITC-BT-26).

TAULA 2.8. Colors dels cables en instal·lacions d'interior

Conductor	Color
Neutre	Blau
Protecció	Verd-i-groc
Fase	Marró, Negre o Gris

2.3.1 Instal·lació d'un punt de llum amb interruptor

El control d'una làmpada des d'un únic punt es fa mitjançant un interruptor. Quan l'interruptor és obert no hi ha circulació de corrent i la làmpada no s'encén. Quan es tanca l'interruptor hi ha circulació de corrent i la làmpada s'encén (vegeu figura 2.8).

FIGURA 2.8. Esquema funcional d'un punt de llum amb interruptor

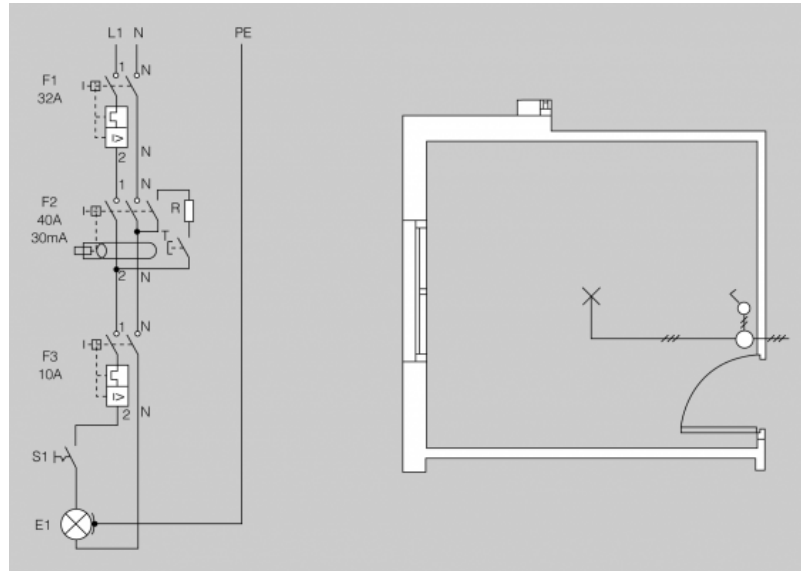
Segons la ITC-BT-26 s'han d'instal·lar conductors de protecció per acompanyar els conductors actius en tots els circuits de l'habitatge fins als punts d'utilització. En la figura 2.9 trobareu un exemple de com s'instal·laria un punt de llum amb conductor de protecció juntament amb la fase i el neutre. En aquesta imatge hi ha dos tipus d'esquema: un esquema multifilar, en què es veu perfectament el cable de protecció PE (verd i groc) i podem comprovar que la làmpada té connexió directa, i un altre esquema unifilar, en què podem veure que hi ha tres fils que retornen des de la làmpada (fase, neutre i cable de protecció).

A tots els receptors hem de fer arribar la fase (negra, marró o grisa), el neutre (blau) i el cable de protecció (verd i groc), independentment que la làmpada o el receptor tingui parts metàl·liques o no. La instal·lació s'ha de fer amb els tres conductors, ja que mai no sabem si l'usuari canviarà el receptor per un que tingui parts metàl·liques, i per tant, el conductor de protecció ha d'estar disponible per connectar-lo a les masses.

A la figura 2.10 es poden observar dos tipus de magnetotèrmics de tall omnipolar que trobareu al mercat, però amb una diferència molt important. Si us fixeu en la

simbologia veureu que en el model bipolar el circuit de detecció està duplicat, i per tant és indiferent on connecteu el neutre. En el model unipolar el neutre no tindrà circuit de detecció magnètic i tèrmic i s'obrirà arrossegat per la detecció a la fase un instant després. Si connectem el neutre on no correspon, en obrir-se aquest abans que la fase, es produirà una sobretensió permanent per tall del neutre, amb un perill per als equips o les persones a causa d'aquesta sobretensió.

FIGURA 2.9. Exemple de conductor de protecció en el circuit d'il·luminació



A l'apartat "Elements de protecció en habitatges" trobareu informació referent a proteccions contra sobretensions permanents, i també l'explicació detallada del funcionament d'un magnetotèrmic i d'un diferencial.

FIGURA 2.10. Dos magnetotèrmics de tall omnipolar



2.3.2 Instal·lació d'un punt de llum amb interruptor i amb base d'endoll

La instal·lació d'una base d'endoll es fa sempre en paral·lel entre la línia de fase i neutre.

La figura 2.11 és l'esquema funcional d'un punt de llum amb interruptor i base d'endoll. La base d'endoll és en paral·lel. Hi ha una nova línia anomenada *TT* o *PE*, que és la presa de terra.

FIGURA 2.11. Esquema funcional d'un punt de llum amb interruptor i base d'endoll

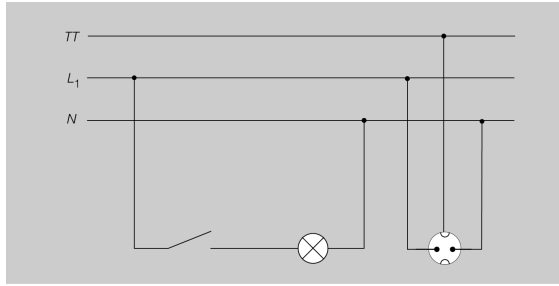
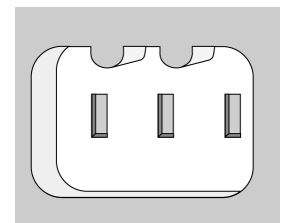
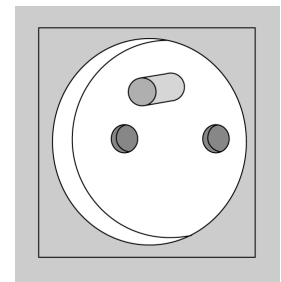
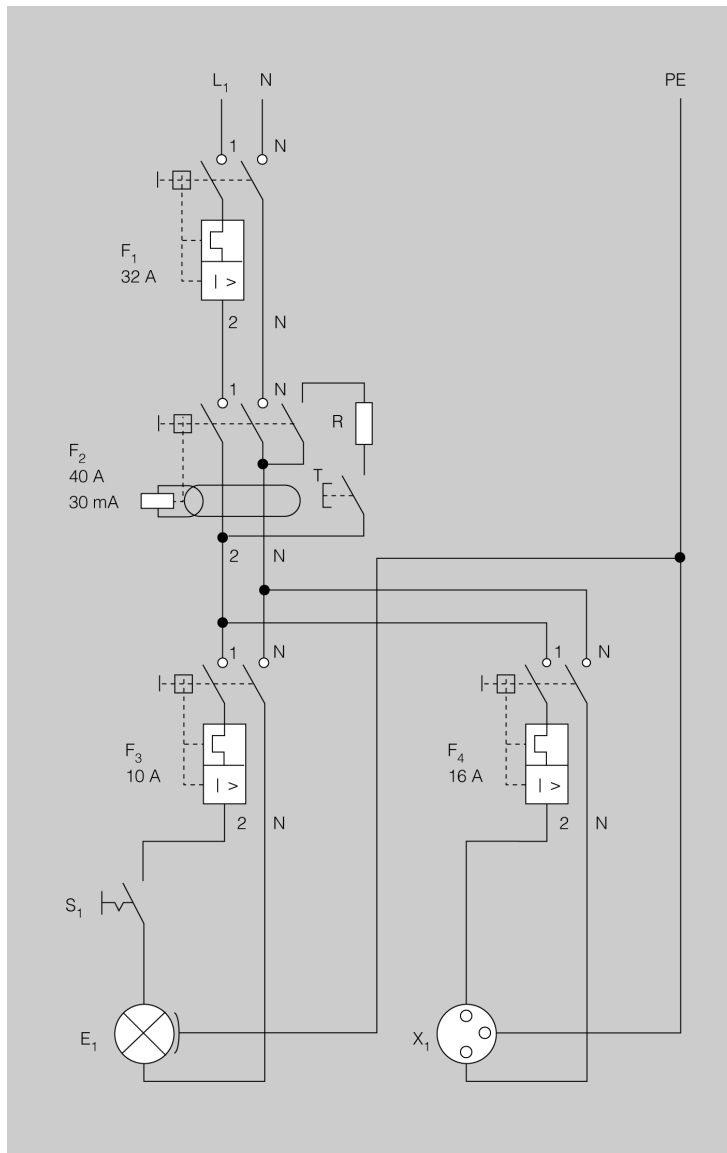


FIGURA 2.12. Punt de llum amb presa de corrent



Bases bipolars 10/16 A i de 25A per a cuina

L'esquema de la figura 2.12 serveix com a circuit bàsic però mai es trobarà en una instal·lació real, ja que la normativa especifica que la instal·lació elèctrica per als llums ha de ser un circuit diferent de la instal·lació elèctrica per a les preses de corrent (base d'endoll).

2.3.3 Instal·lació de dos llums en paral·lel



Diferents models de làmpades

A les adreces d'interès trobareu enllaços a webs amb esquemes elèctrics interessants.

La connexió de les làmpades es fa en paral·lel, és a dir, comparteixen les mateixes connexions a l'interruptor, per una banda, i al neutre, per l'altra. En la figura 2.13 es mostra l'esquema funcional de dos llums en paral·lel amb un interruptor.

FIGURA 2.13. Esquema funcional de dos llums amb interruptor

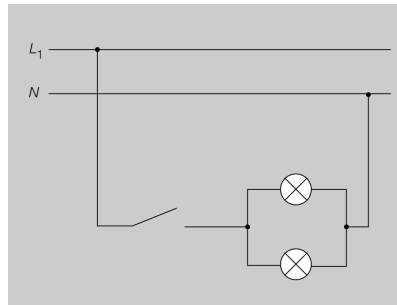
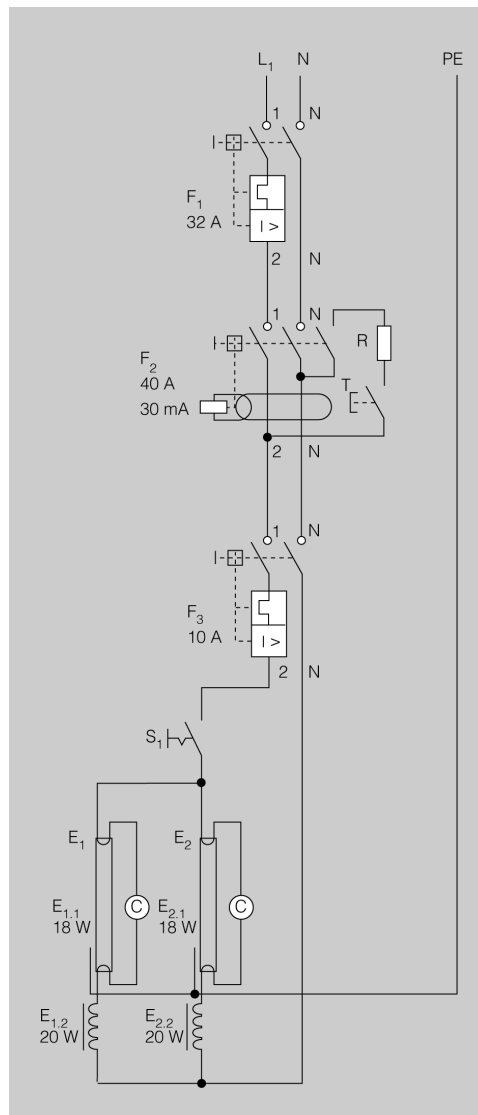


FIGURA 2.14. Esquema funcional de dos fluorescents amb interruptors



Com a exemple podem observar a la figura 2.14 l'esquema multifilar de dos fluorescents en paral·lel, circuit àmpliament utilitzat a les cuines de les cases

2.3.4 Instal·lació d'un punt de llum amb dos commutats

El commutador és un element que permet seleccionar una de les dues connexions que té el commutador. La connexió commutada permet encendre una làmpada des d'un commutador i apagar des de l'altre commutador, a l'inrevés i des del commutador des d'on s'ha encès. En la figura 2.15 es mostra l'esquema funcional d'una làmpada controlada des de dos commutadors.

FIGURA 2.15. Esquema funcional d'un punt de llum controlat des de dos commutadors

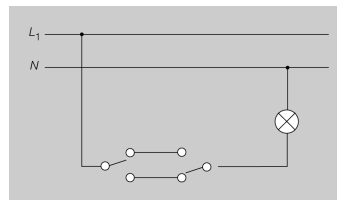
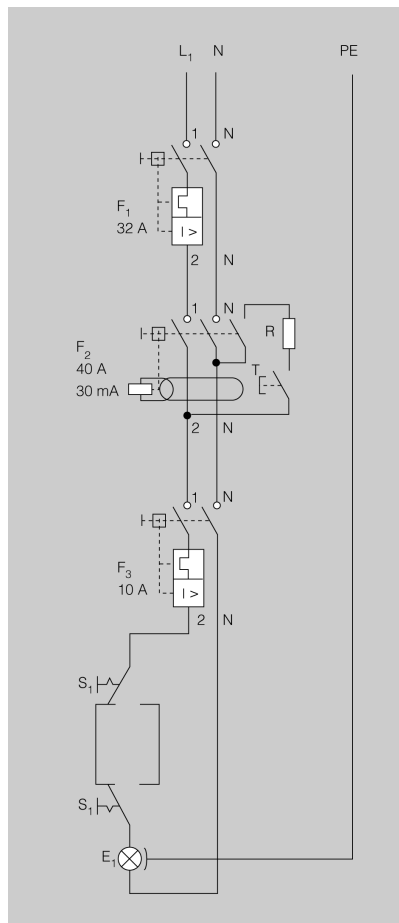


FIGURA 2.16. Punt de llum commutat des de dos punts d'actuació



El funcionament del commutador simple consisteix en el següent: quan un dels dos commutadors canvia de posició, la làmpada s'encén, en cas que estigui apagada, o s'apaga, en cas que estigui encesa. En canviar qualsevol dels dos commutadors tornarà a funcionar.

Els commutadors són molt útils en passadissos o estances amb més d'una porta i en habitacions. Així, per exemple, un commutador en una habitació pot fer que un llum s'encengui des de la porta d'accés i s'apagui des del llit (vegeu la figura 2.16).

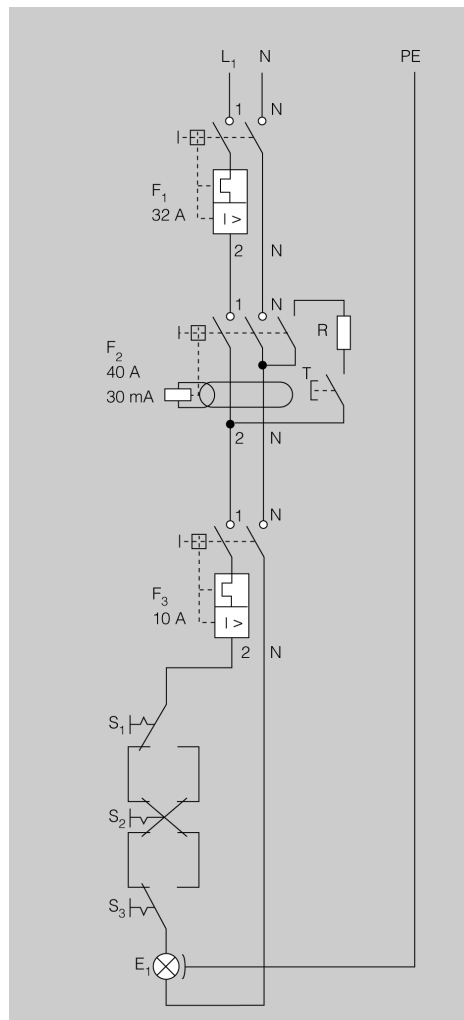
Una alternativa al commutador

El teleruptor és un interruptor electromagnètic governat amb un o més pulsadors. Consta d'un electroimant que, en rebre un impuls del pulsador, fa que els contactes canviïn de posició (obert per exemple) i així continua fins a rebre un altre impuls (tancat per exemple).

La instal·lació amb tres commutadors és típica de passadissos llargs, on hi ha 3 o més punts de control de llum al final, al principi i al mig del passadís.

2.3.5 Instal·lació d'un punt de llum amb tres commutats

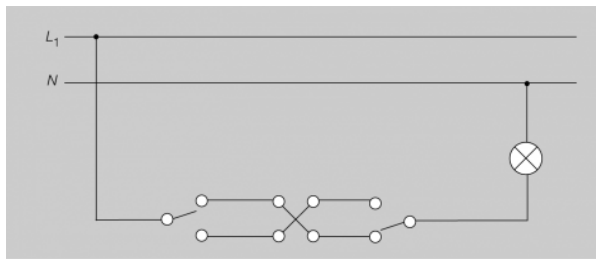
FIGURA 2.17. Punt de llum des de tres punts d'actuació amb encreuament



Quan en una sala hi ha més de dos punts de llum que s'encenen i s'apaguen des d'ubicacions diferents, en el moment de la instal·lació ha estat necessari instal·lar més de dos commutadors. En aquests casos s'han d'intercalar entre els commutadors simples els commutadors d'encreuament, que són commutadors que porten quatre terminals, dues d'entrada i dues de sortida. En la figura 2.18 es

mostra l'esquema funcional d'una làmpada controlada des de tres commutadors, que correspon a l'esquema de la figura 2.17.

FIGURA 2.18. Esquema funcional d'un punt de llum controlat des de tres commutadors

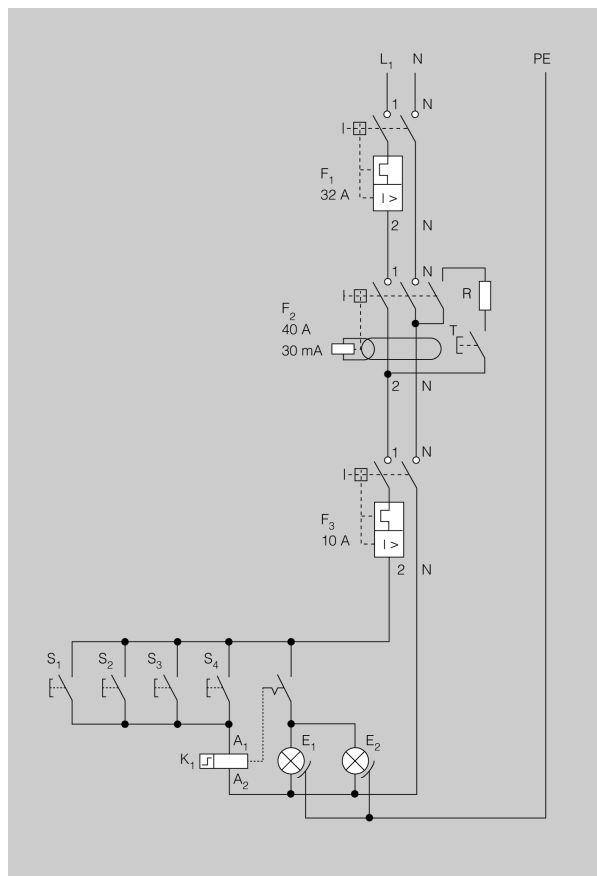


Si es vol augmentar el nombre de commutadors hauran de ser d'encreuament i cal ficar-los entre els commutats simples. Aquesta solució és més cara que la solució amb pulsadors i teleruptor.

2.3.6 Dos punts de llum des de quatre punts d'actuació amb teleruptor

Hi ha espais que, per les seves característiques, necessiten un nombre elevat de punts des dels quals és necessari donar servei d'il·luminació.

FIGURA 2.19. Dos punts de llum des de quatre punts d'actuació amb teleruptor



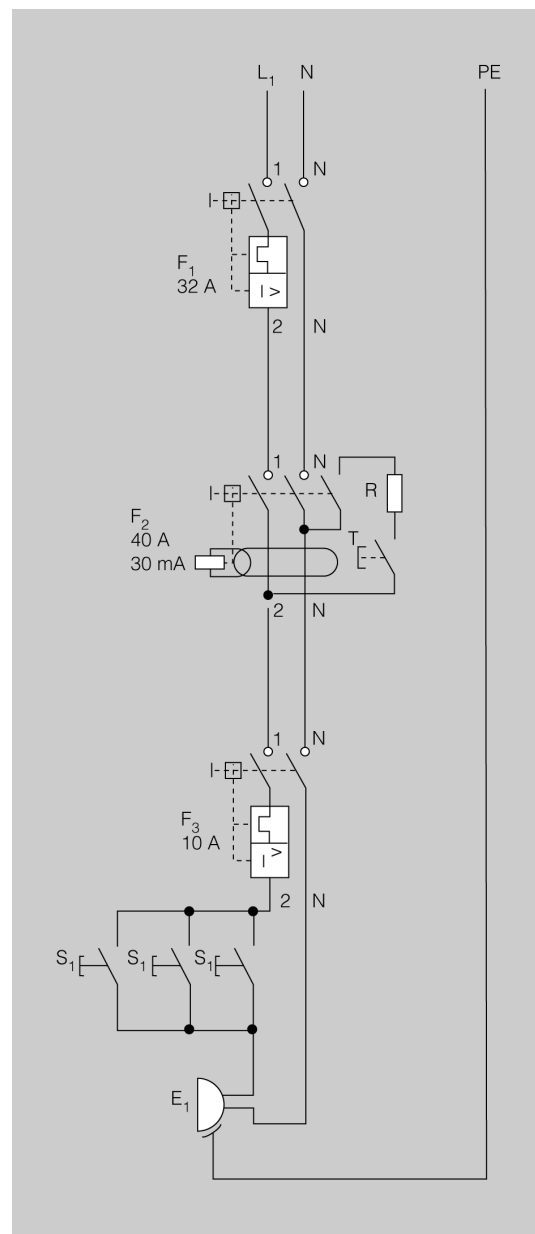
Per no fer ús de dos commutadors i la resta de posicions amb encreuaments existeix el **teleruptor**, que és un mecanisme elèctric que permet la connexió-desconnexió d'un circuit elèctric des de tots els punts que sigui necessari, utilitzant per a això

El teleruptor es pot instal·lar dintre d'una caixa de derivació o bé al quadre de comandament i control.

un nombre molt reduït de cables, ja que l'accionament es fa mitjançant polsadors. Una configuració com la de dos punts de llum des de quatre punts d'actuació amb teleruptor la podeu veure en la figura 2.19.

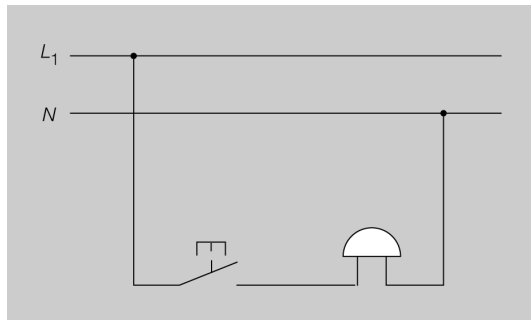
2.3.7 Instal·lació d'un timbre amb polsador

FIGURA 2.20. Bronzidor des de tres punts d'activació



Diferents tipus de timbres

Com és el cas dels timbres, hi ha circuits que no han d'activar o desactivar permanentment una càrrega (figura 2.21). El polsador permet activar un timbre o làmpada i després torna a un estat de repòs desactivat.

FIGURA 2.21. Esquema funcional d'un timbre amb polsador

Encara que la majoria dels circuits acostumen a ser un punt d'actuació sobre un receptor o un grup de receptors en paral·lel, generalment lumínics, hi ha certes situacions en què la solució passa per obtenir la configuració contrària. És a dir, seran un grup d'actuadors en paral·lel els que hauran d'activar un únic receptor com pot ser un senyal acústic. El circuit de la figura 2.20 ens mostra un bronzidor que es pot activar des de tres punts diferents.

2.3.8 Instal·lació d'un fluorescent amb interruptor

Una alternativa a les làmpades incandescents són els fluorescents, que tenen un elevat rendiment lluminós però que són més cars i tenen una instal·lació més complexa.

Els elements d'un equip fluorescent són:

- El tub fluorescent. És una font de descàrrega elèctrica en una atmosfera de vapor de mercuri a baixa pressió. La llum es genera per fluorescència.
- El balast o reactància. Quan la tensió de la xarxa és diferent de la tensió d'encebament, s'utilitza un balast o reactància amb autotransformador.
- L'encebador. Consta de dos elèctrodes separats que es dobleguen i s'uneixen per acció de la calor. Aquest dos elèctrodes es troben a dins d'una ampolla amb gas neó a baixa pressió.
- El condensador. Permet corregir el factor de potència, ja que normalment el factor de potència d'un equip fluorescent sense condensador és d'aproximadament $\cos = 0,5$.

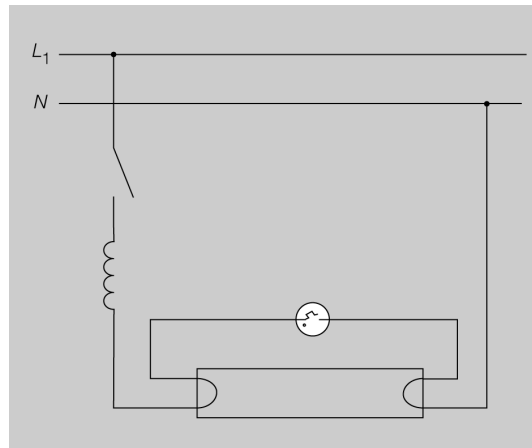
En la figura 2.22 es mostra l'exemple d'un equip amb fluorescent (sense el condensador) amb la reactància, l'encebador i el tub fluorescent.



Elements d'un equip fluorescent: tub fluorescent, encebador i reactància

Funcions de la reactància

Una altra funció del balast o reactància és regular el corrent. L'augment de la ionització del gas es tradueix en la disminució de la resistència i per tant augmenta el corrent. Aquest augment del corrent fa augmentar també la ionització i així successivament, la qual cosa provocaria la destrucció del tub fluorescent si no fos per la regulació del balast o reactància.

FIGURA 2.22. Esquema funcional d'un fluorescent amb interruptor

Quan es tanca l'interruptor entre els extrems dels elèctrodes de l'encebador, queda aplicada la tensió que produeix una descàrrega a través del gas neó. Aquest escalfa els elèctrodes i provoca una curvatura que uneix els elèctrodes; i quan els elèctrodes s'uneixen, el corrent circula pels elèctrodes del tub fluorescent.

El corrent pels elèctrodes del tub fluorescent provoca la incandescència i l'emissió d'electrons. Quan es produeix l'emissió d'electrons, els elèctrodes de l'encebador es refreden, se separen i obren el circuit. En aquest moment el balast o reactància produeix un pic de tensió que provoca la ionització del gas del tub fluorescent.

Al tub fluorescent hi ha elèctrodes que realitzen la funció d'ànode i càtode alternativament, és a dir, elèctrodes a través dels quals no passa el corrent; i gràcies a ells, amb el gas ionitzat dins del tub es genera un corrent altern. Els electrons que es dirigeixen de càtode a ànode xoquen amb els àtoms de mercuri que hi ha a l'interior del tub fluorescent, i es produeix energia en forma de radiació ultraviolada, radiació lumínica no visible.

Quan aquesta radiació incideix sobre la substància fluorescent que hi ha a l'interior del tub, es transforma en radiació lumínica visible.

A l'apartat "Potència elèctrica" d'aquesta unitat trobareu el significat de la potència reactiva i el factor de potència d'una instal·lació.

FIGURA 2.23. Tipus d'encebadors

A la figura 2.23 podeu observar els diferents tipus d'encebadors que es troben al mercat. Els *single* s'utilitzaran per a un únic fluorescent, i els *series* quan

la lluminària incorpori dos fluorescents en sèrie. A més, haureu de tenir en compte les dades tècniques de potència i el rang de tensions de funcionament de l'encebador.

La reactància del fluorescent produeix energia reactiva que provoca una disminució del factor de potència. Per corregir el factor de potència a la lluminària mateixa es col·loca un condensador en paral·lel o sèrie al fluorescent, segons l'esquema que proporciona el fabricant de la reactància. A la figura 2.24 teniu un exemple en què el condensador ha de ser de valor $3,7 \mu\text{F}$.

FIGURA 2.24. Esquema elèctric a una reactància



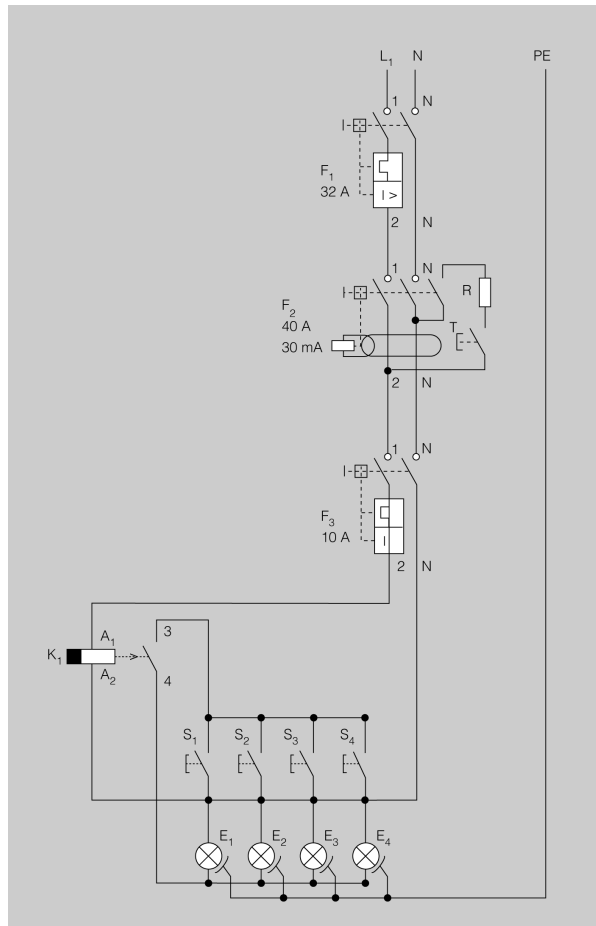
2.3.9 Automàtic d'escala

El circuit automàtic d'escala que es pot veure en la figura 2.25 és una configuració destinada a donar servei d'il·luminació a un espai on la connexió es farà mitjançant l'acció voluntària del sol·licitant i la desconexió es farà de manera automàtica, la qual es produirà transcorregut un cert temps. Aquest temps de retard des de l'activació del circuit fins a la seva desconexió s'ha de calcular com el temps màxim que es necessita per fer el recorregut més llarg, i tenint present sempre la possibilitat que el recorregut l'hagin de fer persones de mobilitat reduïda. Per dur a terme la temporització d'aquests tipus de circuits, hi ha al mercat una gran diversitat de mecanismes elèctrics, especialment destinats a fer aquesta tasca, i que reben el nom d'**automàtics d'escala**.

Com succeeix en la gran majoria dels problemes que se'ns planteja resoldre, mai no hi ha una solució única. De totes les possibilitats que hi ha, la que proposem aquí com a exemple d'aquest tipus de circuits rep el nom d'*automàtic d'escala a tres fils*, ja que el nombre de cables que s'han de portar als polsadors i làmpades són tres, com el seu nom indica.

És interessant remarcar que ateses les característiques d'ús d'aquests tipus de circuit, no hi ha una solució única. Aquesta solució dependrà del tipus de necessitats i de la gran varietat d'espais on es requereixen.

FIGURA 2.25. Automàtic d'escala



A tall d'exemple, podríem citar la possibilitats de fer un automàtic d'escala per plantes, en què el circuit proposat aniria en cadascuna de les plantes i anirien tant circuits com plantes tingués l'edifici més el vestíbul. Encara que complica el circuit i augmenta el cost, en edificis molt grans, amb moltes plantes i molts recorreguts, pot ser un gran estalvi d'energia elèctrica.

2.4 Mesures als circuits elèctrics bàsics

A les instal·lacions elèctriques és necessari realitzar mesures per comprovar que funcionin correctament. En el cas que hi hagi anomalies, les mesures permeten certificar la causa mitjançant la comparació amb el que s'hauria d'obtenir en cas que funcionés correctament.

Les mesures a les instal·lacions elèctriques es realitzen amb eines que, a més, han de protegir d'accidents l'instal·lador.

Les eines i els instruments de mesura han de ser segurs, però l'instal·lador n'ha de realitzar el manteniment bàsic i un ús correcte.

Eines homologades

Les eines elèctriques han d'estar homologades. L'homologació s'obté després de superar tota una sèrie de proves mecàniques i de seguretat. Una eina homologada porta inscrita les característiques de l'homologació.

Mesurar és assignar un nombre a una propietat física mitjançant una comparació amb una altra de similar presa com a patró.

Les mesures elèctriques es fan segons unes magnituds elèctriques i unes relacions entre aquestes magnituds, conegudes com a *lleis d'Ohm*, *potència* o *energia*.

A les instal·lacions elèctriques és necessari mesurar algunes magnituds del circuit elèctric com són la intensitat de corrent, la tensió, la resistència, la potència o l'energia elèctrica.

Les unitats que s'utilitzen per fer les mesures a vegades són molt grans o molt petites i per expressar-les s'utilitzen prefixos amb múltiples i sub-múltiples per tal de simplificar-ne la comunicació. En la taula 2.9 s'exposen els principals prefixos que s'utilitzen en electricitat i electrònica

Exemples d'unitats amb prefixos i els seus símbols

0,2 V = $200 \cdot 10^{-3}$ V = 200 mV
 0,000005 A = $5 \cdot 10^{-6}$ A = 5 μ A
 132.000 V = $132 \cdot 10^3$ V = 132 kV

TAULA 2.9. Prefixos d'unitats

Prefix	Símbol	Factor
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
quilo	k	10^3
mil·li	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}

2.4.1 Magnituds elèctriques

Una magnitud física és una propietat que es pot mesurar i que s'expressa amb un nombre i amb una unitat de mesura.

Les magnituds elèctriques són un tipus de magnitud física i les més importants són la força electromotriu, la diferència de potencial o tensió, la intensitat de corrent i la resistència.

Força electromotriu i tensió elèctrica

La força electromotriu (fem) és la causa que provoca una diferència de potencial (ddp) entre dos punts d'un circuit elèctric. La diferència de potencial també es coneix com a *tensió* o *voltatge*.

La unitat de la tensió (V) és el volt (V) i es mesura amb el voltímetre; així, per exemple, $V = 12$ V.

El sistema internacional d'unitats

El sistema internacional d'unitats es basa en dos tipus de magnituds físiques, les fonamentals com longitud, temps, massa, intensitat de corrent elèctric o temperatura, i les derivades, que són combinacions de les fonamentals.

Intensitat de corrent elèctric

La intensitat de corrent (I) és la càrrega elèctrica (Q) que travessa un conductor per unitat de temps (t).

L'expressió que relaciona la càrrega elèctrica amb el temps és la següent; i les unitats de mesura de cada símbol és la que es mostra en la taula 2.10:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Càrrega elèctrica

La càrrega elèctrica (Q) fa referència a la càrrega dels electrons. Com que la càrrega d'un electró és un valor molt petit s'utilitza el coulomb (C). $1 \text{ C} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$

TAULA 2.10. Símbols i unitats de mesura

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
I	Intensitat de corrent elèctric	amperes (A)
Q	Càrrega elèctrica	coulombs (C)
t	Temps	segons (s)

La unitat de la intensitat de corrent elèctric es mesura amb l'amperímetre. Un exemple d'intensitat de corrent seria $I = 3 \text{ A}$.

Resistència

Origen de la resistència

L'oposició que troba el corrent elèctric és deguda a la força d'atracció que fan els nuclis atòmics del material sobre els electrons que recorren el material.

La resistència és l'oposició que troba el corrent elèctric en travessar un material.

La resistència es representa amb la lletra R i la seva unitat és l'Ohm, que es representa amb la lletra grega *omega* (Ω). Per exemple, $R = 120 \Omega$. La resistència es mesura amb l'òhmmetre. Segons quina sigui la magnitud d'aquesta oposició, els materials es classifiquen en conductors, aïllants i semiconductors.

La superconductivitat

En alguns materials, en determinades condicions de temperatura molt baixes, apareix la superconductivitat, en la qual el valor de la resistència és pràcticament nul.

Cada material té una resistència característica que es coneix per *resistivitat*. Es representa amb la lletra grega *rho* (ρ) i és la resistència d'un material d'1 mm² de secció i 1 m de longitud. La resistivitat es mesura en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Per exemple: ρ (Coure) = 0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. En la taula 2.11 es mostren la resistivitat d'alguns materials.

TAULA 2.11. Resistivitat d'alguns materials que s'utilitzen a les instal·lacions elèctriques i electròniques

Material	Resistivitat ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Coure	0,0172
Plata	0,016
Alumini	0,028
Estany	0,13
Mercuri	0,95
Ferro	0,12

La resistència d'un material és la que es mostra continuació i les unitats de mesura per a cada un dels conceptes, les que es mostren en la taula 2.12.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

TAULA 2.12. Símbols i unitats de mesura en el càlcul de la resistència

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
R	Resistència del material	ohm (Ω)
ρ	Resistivitat del material	ohms mil·límetres quadrats/metre ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
l	Longitud del material	metres (m)
S	Secció	mil·límetres quadrats (mm^2)

Exemple de com trobar una resistència

Trobeu la resistència d'un conductor de coure de 20 m de longitud i d'1,5 mm² de secció.
Dada: $\rho(\text{Coure}) = 0,0172 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Solució:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,0172 \cdot \frac{20}{1,5} = 0,229 \Omega$$

2.4.2 Llei d'Ohm

La **llei d'Ohm** relaciona les tres magnituds elèctriques de manera que en un circuit elèctric la intensitat de corrent és directament proporcional a la tensió aplicada entre els seus extrems i inversament proporcional a la resistència del circuit.

L'expressió de la llei d'Ohm és la següent:

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

Les unitats de mesura per a cada un dels conceptes són les que es mostren en la taula 2.13.

TAULA 2.13. Símbols i unitats de mesura en el càlcul de la llei d'Ohm

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
I	Intensitat de corrent elèctric	amperes (A)
R	Resistència del material	ohms (Ω)
V	Tensió	volts (V)

De la llei d'Ohm es poden obtenir el valor de la tensió o de la resistència:

$$V = R \cdot I$$



Llei d'Ohm

El físic i matemàtic Georg Simon Ohm (1789-1854), mentre experimentava amb materials conductors, va arribar a determinar que la relació entre voltatge i corrent era constant i va anomenar aquesta constant *resistència*. Aquesta llei va ser formulada el 1827, en l'obra *Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet* ('Treballs matemàtics sobre els circuits elèctrics').

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

Exemples de càlculs aplicant la llei d'Ohm

1) Trobeu la intensitat de corrent d'un circuit si hi ha una tensió de 24 V i la resistència total del circuit és de 120 Ω .

Solució:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{24}{120} = 0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$$

2) Trobeu la diferència de potencial d'un circuit amb una resistència de 680 Ω , per assegurar un corrent de 500 mA.

Solució:

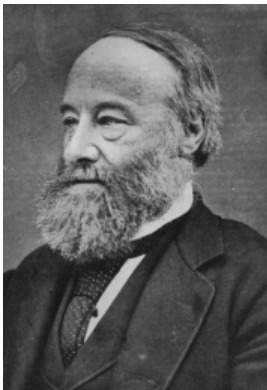
$$V = R \cdot I = 680 \cdot 0,5 = 340 \text{ V}$$

3) Trobeu la resistència elèctrica d'un circuit connectat a una tensió de 12 V amb un corrent de 120 μA .

Solució:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{120 \cdot 10^{-6}} = 100.000 \Omega = 100 \text{ k}\Omega$$

2.4.3 Energia elèctrica



Breu història de l'energia

El físic anglès James Prescott Joule (1818-1889) és conegut sobretot per la seva investigació en electricitat i termodinàmica. Joule va estudiar la naturalesa de la calor, i va descobrir la seva relació amb el treball mecànic. Aquesta és la teoria de la conservació de l'energia (primera llei de la termodinàmica). La unitat internacional d'energia i treball, el joule, va ser batejada en honor seu. També va trobar la relació entre el corrent elèctric que travessa una resistència i la calor dissipada (llei de Joule).

Energia és la capacitat de realitzar un treball; o el que és el mateix, el treball provoca una variació d'energia.

L'energia elèctrica que proporciona un generador al circuit elèctric depèn de la càrrega que circula i del potencial elèctric (tensió). L'energia elèctrica es defineix amb la fórmula que es presenta a continuació:

$$E = Q \cdot V$$

Les unitats de mesura per a cada un dels conceptes són les que es mostren en la taula 2.14.

TAULA 2.14. Símbols i unitats de mesura en el càlcul de l'energia elèctrica

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
E	Energia elèctrica	Joules (J)
Q	Càrrega elèctrica	Coulombs (C)
V	Tensió	Volts (V)

2.4.4 Potència elèctrica

La **potència** és la quantitat de treball o energia efectuat per unitat de temps, és a dir, és la velocitat a la qual es consumeix energia.

L'expressió de la potència és la següent:

$$P = \frac{E}{t}$$

Les unitats de mesura per a cada un dels conceptes són les que es mostren en la taula 2.15.

TAULA 2.15. Símbols i unitats de mesura en el càlcul de potència elèctrica

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
P	Potència	Watts (W)
E	Energia o treball	Joules (J)
t	Temps	Segons (s)

L'energia elèctrica és el producte de la càrrega i la tensió, i el corrent elèctric és el quocient entre la càrrega i el temps. Per tant:

$$E = Q \cdot V$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$P = V \cdot I$$

Les unitats de mesura per a cada un dels conceptes són les que es mostren en la taula 2.16.

TAULA 2.16. Símbols i unitats de mesura en el càlcul de potència elèctrica

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
P	Potència	Watts (W)
V	Tensió	Volts (V)
I	Intensitat de corrent	Amperes (A)

La **potència elèctrica** es pot expressar com el producte de la tensió i el corrent elèctric.

Substituint la tensió o el corrent (llei d'Ohm), es poden obtenir altres expressions de la potència elèctrica:

$$P = V \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

Exemple de càlculs amb la potència elèctrica

Trobeu la potència que consumeix una resistència d'1 K Ω quan circula un corrent de 150 mA.

$$P = R \cdot I^2 = 1000 \cdot (150 \cdot 10^{-3})^2 = 22,5 \text{ W}$$

L'energia elèctrica es pot expressar en funció de la potència elèctrica:

$$E = P \cdot t \Rightarrow \text{Watts} \cdot \text{segons} = \text{Joules}$$

Les unitats de mesura per a cada un dels conceptes són les que es mostren en la taula 2.17.

TAULA 2.17. Símbols i unitats de mesura en el càlcul d'energia elèctrica

Símbol	Concepte	Unitat de mesura
E	Energia o treball	Joules (J) o Quilowatts hora (kWh)
t	temps	Segons (s), Hores (h)
P	Potència	Watts (W)

Per mesurar l'energia elèctrica a les instal·lacions elèctriques s'utilitza el comptador d'energia i es pot implementar amb un wattímetre (mesurador de potència activa) i un cronòmetre (mesurador de temps).

Exemple de càlcul d'energia elèctrica

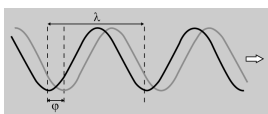
Trobeu l'energia que consumeix durant un mes una làmpada de 100 W que funciona 4 hores diàries.

Solució:

$$E = P \cdot t = 0,1 \text{ kW} \cdot (30 \text{ dies} \cdot 4 \text{ h}) = 12 \text{ kWh}$$

Tipus de potència

En la mesura de potència s'ha de distingir entre potència amb corrent continu i corrent altern.



Longitud d'ona (λ) i desfasament (φ) entre dues ones sinusoidals.

Desfasament entre dues ones

El desfasament entre dues ones és la diferència entre les seves dues fases. La diferència de fases es mesura en un mateix instant per a les dues ones. El desfasament es mesura com un angle (radians o graus), en temps (segons) o en distància (metres). Aquest desfasament dependrà del tipus de receptor inductiu (bobinatges dels motors) o capacitiu (condensadors).

- Amb **corrent continu** els receptors són resistències pures i l'expressió $P = V \cdot I$ determina la potència en watts (W).
- Amb **corrent altern** (com ja sabeu, a Espanya s'utilitza un corrent tipus sinusoidal de freqüència 50 Hz) els receptors introdueixen efectes capacitius i inductius, cosa que es tradueix en un desfasament entre la tensió i el corrent. Aquest desfasament es mesura pel factor de potència o cosinus de l'angle entre tensió i corrent. En aquest cas la potència dependrà del factor de potència de la instal·lació.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Aquest desfasament entre tensió i corrent fa que hi hagi tres tipus de potències en alterna:

1) Potència activa (P): és la potència que produeix un treball útil. O sigui, part de l'energia elèctrica es transforma en un altre tipus d'energia útil (calorífica, mecànica, etc.). És deguda als efectes resistius. Es mesura en watts (W).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

2) Potència reactiva (Q): aquesta potència no produeix un treball útil. Aquesta energia no es converteix en cap energia útil sinó que fluctua per la xarxa elèctrica escalfant els cables. És deguda als efectes capacitius i inductius dels receptors. Sobretot a les bobines que tenen els motors de les màquines o electrodomèstics i làmpades de descàrrega. Aquest escalfament indesitjat fa que s'hagin de sobre-dimensionar les seccions dels cables i augmentar costos, cosa que no interessa a les companyies les quals limiten el factor de potència a aproximadament 0,9 com a mínim. L'usuari si produeix molta reactiva a la seva instal·lació es pot veure obligat a reduir-la instal·lant condensadors individuals a cada equip, com el cas del condensador dels fluorescents, o bé, instal·lar una bateria de condensadors centralitzada connectada en paral·lel al començament de la instal·lació de l'usuari. Per tant, els condensadors generen una reactiva oposada a la reactiva de les bobines i d'aquesta manera es millora el factor de potència apropant-lo a la unitat. Es mesura en voltampères reactius (VAr).

$$P = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

3) Potència aparent (S): és la suma vectorial de les potències activa i reactiva. Es mesura en voltampères (VA).

$$S = V \cdot I$$

2.4.5 Associació de resistències

Les resistències es poden associar o connectar en sèrie, en paral·lel o una combinació mixta.

Connexió en sèrie

Una connexió en sèrie entre diverses resistències permet que el corrent que circula per totes les resistències sigui el mateix.

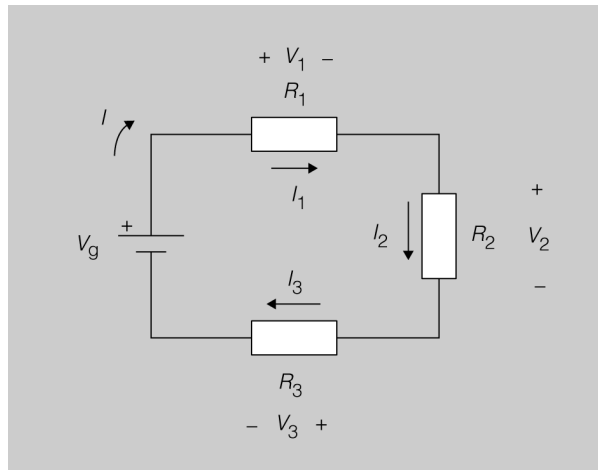
En la figura 2.26 hi ha un circuit amb tres resistències en sèrie. La resistència total equivalent és la suma de les tres resistències:

Resistències en sèrie iguals

En el cas de tenir n resistències d'igual valor en sèrie la resistència equivalent és:

$$R_t = n \cdot R$$

FIGURA 2.26. Circuit amb resistències en sèrie



$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

El corrent I és el mateix a totes les resistències:

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

La tensió a cada resistència segons la llei d'Ohm és:

$$V_1 = R_1 \cdot I$$

$$V_2 = R_2 \cdot I$$

$$V_3 = R_3 \cdot I$$

La tensió total, és a dir, la tensió V_g , és la suma de les tensions de cada resistència:

$$V_g = V_1 + V_2 + V_3$$

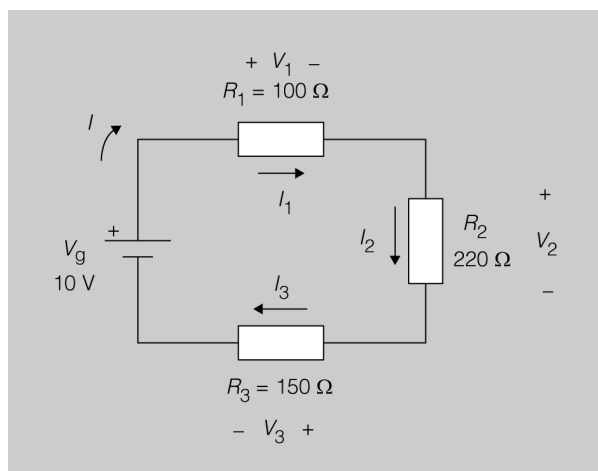
Dues resistències en paral·lel

La resistència equivalent per a dues resistències en paral·lel es pot expressar de la següent manera:

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Exemple de càlcul amb resistències en sèrie

FIGURA 2.27. Circuit amb resistències en sèrie



Tinguem en compte el circuit de resistències en sèrie de la figura 2.27 i calculem el següent:

1. La resistència total equivalent.
2. El corrent total I .

3. Els corrents a cada resistència I_1 , I_2 i I_3 .
4. La tensió a cada resistència V_1 , V_2 i V_3 .

Solució

Podem fer-ho de la següent manera:

- 1) La resistència total equivalent és la suma de les tres resistències:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 100 + 220 + 150 = 470\Omega$$

- 2) El corrent total I segons la llei d'Ohm:

$$I = \frac{V_g}{R_t} = \frac{10}{470} = 21,28 \text{ mA}$$

- 3) Els corrents a cada resistència:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I = 21,28 \text{ mA}$$

ja que les resistències estan en sèrie.

- 4) La tensió a cada resistència segons la llei d'Ohm és:

$$V_1 = R_1 \cdot I = 100 \cdot 21,28 \text{ mA} = 2,13 \text{ V}$$

$$V_2 = R_2 \cdot I = 220 \cdot 21,28 \text{ mA} = 4,68 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 \cdot I = 150 \cdot 21,28 \text{ mA} = 3,19 \text{ V}$$

Es pot comprovar com la suma de les tensions parcials de cada resistència dóna V_g :

$$V_g = 2,13 + 4,68 + 3,19 = 10 \text{ V}$$

Connexió en paral·lel

Una connexió en paral·lel entre diverses resistències permet que la tensió caiguda a les resistències sigui la mateixa.

Prenem com a referència la figura 2.28, on hi ha un circuit amb tres resistències en paral·lel.

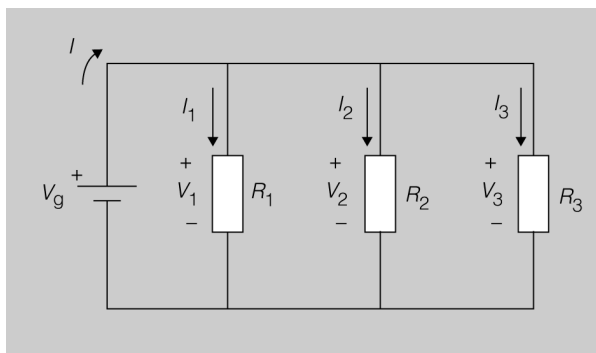
En aquest cas la resistència total equivalent és:

Resistències iguals en paral·lel

En el cas de tenir n resistències d'igual valor en paral·lel, la resistència equivalent és:

$$R_t = R/n$$

FIGURA 2.28. Circuit amb resistències en paral·lel



$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

La tensió V_g és la mateixa a totes les resistències i igual a la tensió V_1 , V_2 i V_3 .

$$V_g = V_1 = V_2 = V_3$$

El corrent a cada resistència segons la llei d'Ohm és:

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3}$$

El corrent total I és la suma dels tres corrents que circulen per cada resistència:

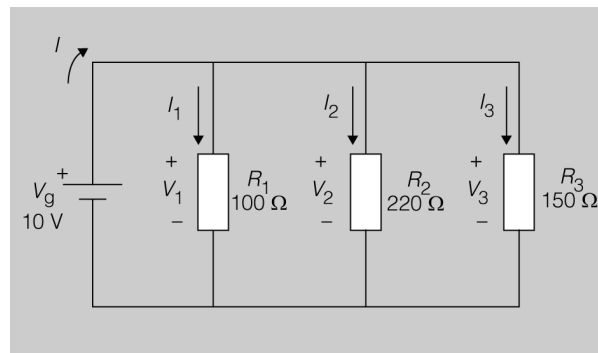
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Exemple de càlcul amb resistències en paral·lel

Prenem com a referència el circuit amb resistències en paral·lel de la figura 2.29 i calculem:

1. La resistència total equivalent.
2. La tensió a cada resistència.
3. Els corrents a cada resistència I_1 , I_2 i I_3 .
4. El corrent total I .

FIGURA 2.29. Exemple 1: circuit amb resistències en paral·lel



Solució Podem fer-ho de la següent manera:

- 1) La resistència total equivalent és:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{220} + \frac{1}{150}} = 47,14 \Omega$$

- 2) La tensió V_g és la mateixa a totes les resistències i igual a la tensió de 10 V.

- 3) El corrent a cada resistència segons la llei d'Ohm és:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{10}{220} = 45,45 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{10}{150} = 66,66 \text{ mA}$$

4) El corrent total I es pot calcular de dues maneres:

- Càlcul del corrent I a partir de la llei d'Ohm:

$$I = \frac{V_g}{R} = \frac{10}{47,14} = 212,12 \text{ mA}$$

- Càlcul del corrent I a partir de la suma dels tres corrents que circulen per cada resistència:

$$I = 100 + 45,45 + 66,67 = 212,12 \text{ mA}$$

Combinació mixta

Un circuit amb combinació mixta està format per associacions de resistències connectades en sèrie i en paral·lel.

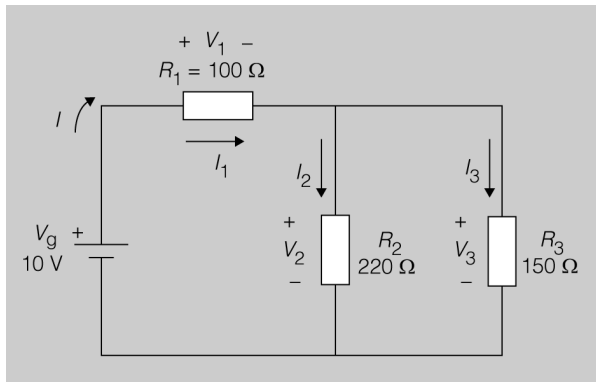
El càlcul de les magnituds elèctriques d'un circuit amb combinació mixta suposa fer associacions elementals en sèrie o paral·lel.

Exemple de càlcul amb circuits mixtos

Al circuit amb resistències amb combinació mixta de la figura 2.30 volem trobar:

- La resistència total equivalent R_t .
- El corrent total I .

FIGURA 2.30. Circuit amb resistències amb combinació mixta



Solució

S'haurà de fer de la següent manera:

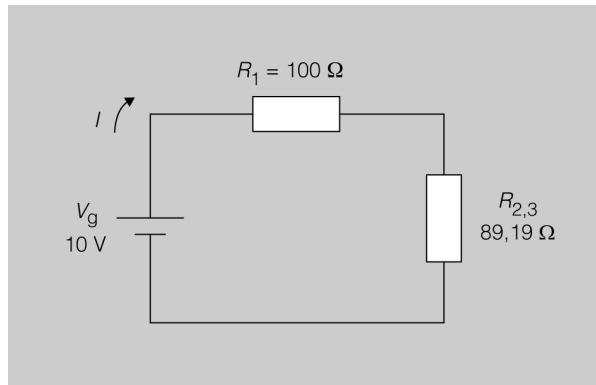
1) La resistència total equivalent es calcula fent primer l'associació en paral·lel entre R_2 i R_3 , de la qual s'obté una resistència equivalent R_{23} :

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{220 \cdot 150}{220 + 150} = 89,19 \Omega$$

El nou circuit equivalent a l'associació feta es mostra en la figura 2.31.

A continuació es pot fer una nova associació, aquest cop en sèrie, entre R_1 i R_{23} :

$$R_t = R_1 + R_{23} = 100 + 89,19 = 189,19 \Omega$$

FIGURA 2.31. Circuit equivalent amb l'associació en paral·lel entre R2 i R3

2) El corrent total I es pot calcular amb la llei d'Ohm:

$$I = \frac{10}{189,19} = 52,86 \text{ mA}$$

2.4.6 Realitzar mesures elèctriques

Les **mesures elèctriques** es poden realitzar amb l'instrument específic per a la magnitud que s'ha de mesurar, cosa que es coneix com el *mètode directe*.

Un exemple de mesura mitjançant el mètode directe és mesurar la tensió amb un voltímetre.

Les **mesures elèctriques** també es poden realitzar a partir d'altres mesures i calcular la magnitud objectiu i es coneix com el *mètode indirecte*.

Un exemple de mesura mitjançant el mètode indirecte és calcular la resistència mitjançant un voltímetre, que obté la tensió entre els extrems, i un amperímetre, que obté el corrent que circula i després aplicar la llei d'Ohm per calcular la resistència.

Mesura de tensió

La mesura de tensió es realitza amb el voltímetre. Amb el voltímetre s'han de tenir les consideracions següents:

- El voltímetre es col·loca en paral·lel amb la resistència o amb els punts del circuit que s'han de mesurar. En la figura 2.32 es mostra com mesurar la tensió a una resistència en corrent continu.
- El circuit ha d'estar connectat a la font d'alimentació o la xarxa elèctrica.
- La lectura més propera al fons d'escala dóna la major precisió.

Mesura de tensió en circuits trifàsics

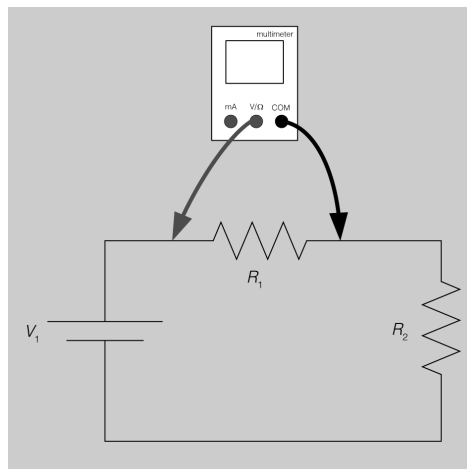
La mesura de tensió en sistemes trifàsics s'ha de fer de les diferents línies entre elles i entre les línies i la línia del neutre. Si es vol visualitzar la tensió en un quadre elèctric per a un sistema trifàsic (tres línies més neutre) significaria posar 6 voltímetres, però normalment s'utilitza un únic voltímetre amb commutador que permet seleccionar la mesura.

- En un multímetre digital normalment el terminal negre (-) del multímetre es col·loca en COM i el terminal vermell (+) en V.

L'instrument indica sempre el valor real, ja que l'escala està ajustada al valor d'entrada del transformador.

Amb l'objectiu que el voltímetre no modifiqui el funcionament del circuit, aquest ha de tenir una resistència molt elevada, de manera que el corrent que circuli pel voltímetre sigui menyspreable en comparació amb els corrents del mateix node del circuit.

FIGURA 2.32. Mesura de tensió a la resistència R_1 en corrent continu

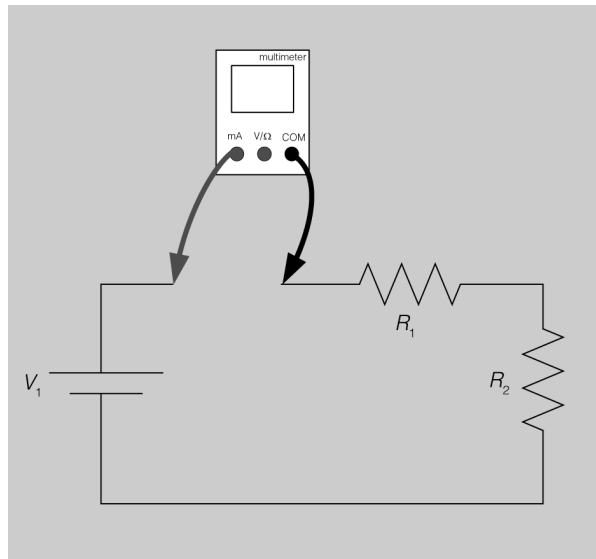


Mesura de corrent

La mesura de corrent es realitza amb l'amperímetre. Amb l'amperímetre s'han de tenir les consideracions següents:

- L'amperímetre es col·loca en sèrie amb la resistència o amb els punts del circuit que s'ha de mesurar. En la figura 2.33 es mostra com mesurar el corrent que circula per una resistència en corrent continu.
- El circuit ha d'estar connectat a la font d'alimentació o la xarxa elèctrica.
- La lectura més propera al fons d'escala dóna la major precisió.
- En un multímetre digital normalment el terminal negre (-) del multímetre es col·loca en COM i el terminal vermell (+) en mA per a corrents petits o en A per a corrents elevats.

FIGURA 2.33. Mesura del corrent que circula per la resistència R_1 en corrent continu



Amb l'objectiu que l'amperímetre no modifiqui el funcionament del circuit, l'amperímetre ha de tenir una resistència molt petita, de manera que la tensió caiguda a l'amperímetre sigui menyspreable en comparació amb les tensions de la mateixa malla del circuit.

Si s'han de fer mesures de tensió i corrent simultàniament, el voltímetre s'ha de situar per davant de l'amperímetre perquè aquest mesuri el corrent consumit pel circuit i no el corrent que consumeix el voltímetre.



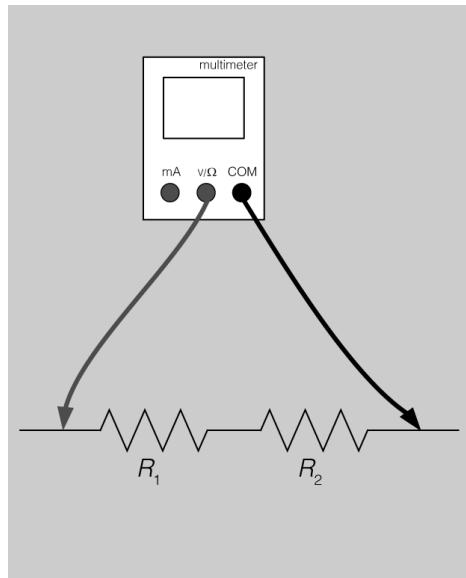
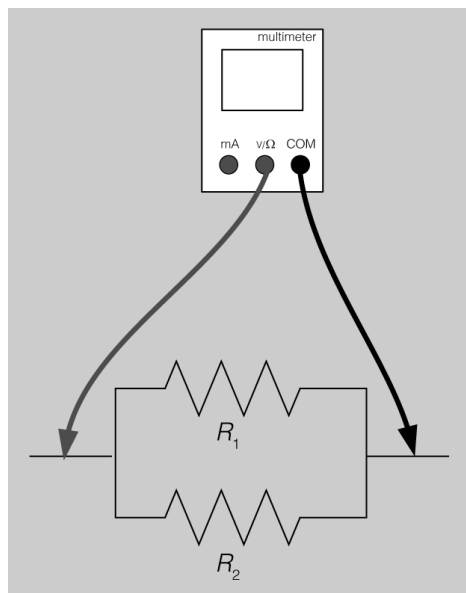
Mesura de tensió amb polímetre.

Mesura de resistència

La mesura de la resistència es realitza amb l'òhmmetre. Amb l'òhmmetres'han de fer les consideracions següents:

- La resistència que s'ha de mesurar ha d'estar desconnectada de qualsevol tensió.
- La lectura més propera al fons d'escala dóna la major precisió.
- L'òhmmetre es col·loca en els extrems dels terminals. En la figura 2.34 es mostra com mesurar dues resistències en sèrie.
- En un multímetre digital normalment el terminal negre (-) del multímetre es col·loca en COM i el terminal vermell (+) V.

En la figura 2.34 i figura 2.35 es mostra com es mesuren dues resistències en sèrie i en paral·lel respectivament.

FIGURA 2.34. Mesura de dues resistències en sèrie**FIGURA 2.35.** Mesura de dues resistències en paral·lel

L'òhmmetre està format internament per una font d'alimentació i una resistència que varia en canviar l'escala.

L'òhmmetre s'utilitza també per comprovar curtcircuits i circuits oberts. Si la resistència mesurada és de 0 a l'escala més petita és que hi ha curtcircuit entre els dos punts mesurats. Si la resistència mesurada surt d'escala a l'escala més gran (resistència infinita o molt gran), és que hi ha circuit obert entre els dos punts mesurats.

El multímetre

La mesura de la tensió, el corrent, la resistència i altres funcionalitats electròniques es poden realitzar amb el multímetre o polímetre.

Un **multímetre** o **polímetre** és un instrument de mesura portàtil que pot mesurar la tensió, el corrent i la resistència.

La selecció dels diferents instruments es realitza amb un selector i canviant les pinces de lloc.

El selector normalment és rotatiu i permet canviar també d'escala i del tipus de mesura contínua o alterna.

Circuits trifàsics

La pinça amperimètrica es pot utilitzar també per mesurar desequilibris en circuits trifàsics introduint les tres línies dins de la pinça amperimètrica. Si l'instrument indica un valor de corrent diferent de zero, el circuit està en desequilibri.

Pinça amperimètrica

La pinça amperimètrica és un instrument de mesura portàtil que pot fer mesures de corrent sense col·locar l'instrument en sèrie i, per tant, no és necessari interrompre el corrent elèctric.

També hi ha pinces amperimètriques que mesuren la tensió i la resistència.

La pinça amperimètrica és molt útil per realitzar mesures ràpides i segures. En la figura 2.36 se'n mostra una.

FIGURA 2.36. Pinça amperimètrica



Circuits monofàsics

En circuits monofàsics es pot comprovar si hi ha fugues a terra, si s'introdueixen la fase i el neutre i la lectura dona diferent de zero.

La pinça amperimètrica basa el funcionament en el camp magnètic que crea el corrent en circular per un conductor. La pinça amperimètrica disposa d'una pinça abatible formada per un nucli magnètic en forma de toroide (anell) amb una bobina. Quan el corrent que circula pel conductor és variable, la bobina genera una força electromotriu i apareix un corrent induït que serà la mesura.

També hi ha pinces amperimètriques que mesuren corrents continus.

Mesura de potència

Tant la mesura de potència en circuits de corrent continu com la mesura de potència activa en circuits de corrent altern es realitza amb el **wattímetre**. Un wattímetre està format per un voltímetre i un amperímetre i, per tant, la connexió es realitza amb tres fils.

La mesura de potència reactiva en circuits de corrent altern es realitza amb el **varímetre**. La connexió del varímetre també es realitza a tres fils.

Mesura del desfasament

El desfasament entre la tensió i el corrent en circuits amb corrent altern es realitza amb el **fasímetre**.

Normalment el fasímetre no mesura l'angle de desfasament φ , sinó el factor de potència ($\cos\varphi$).

Mesura de freqüència

La freqüència és el nombre de vegades que es repeteix un cicle cada segon. Es mesura en hertzs (Hz) o cicles per segon.

L'instrument que mesura la freqüència és el **freqüencímetre**. Es connecta en paral·lel.

Mesura d'energia

L'energia elèctrica consumida per una càrrega és la potència que va demanant la càrrega durant un temps.

L'instrument que mesura l'energia és el **comptador d'energia**. Està format per un wattímetre i un comptador de temps (cronòmetre). En la figura [2.37](#) es mostren comptadors d'energia.

El comptador d'energia és l'utilitzat per la companyia subministradora d'energia per computar el consum d'energia i facturar-lo.

FIGURA 2.37. Comptadors d'energia



Mesures de resistències d'aïllament

Els aïllants han de mantenir una resistència molt elevada al pas del corrent elèctric per seguretat.

Aïllants i conductors

Idealment els conductors són materials que no ofereixen cap resistència al corrent elèctric i els aïllants són materials que impedeixen el corrent elèctric. Realment els conductors tenen una resistència petita i els aïllants condueixen molt poc. Però en condicions de tensions elevades, els aïllants es converteixen en conductors.

Per comprovar que un aïllant s'ajusta a la normativa, s'ha d'utilitzar un **mesurador de resistència d'aïllament** o **mesurador Megger**.

El mesurador de resistència d'aïllament aplica unes tensions i mesura els corrents, de manera que obté el valor de la resistència de l'aïllant.

El **mesurador de rigidesa dielèctrica** determina la tensió amb la qual l'aïllant es converteix en conductor; és a dir, perfora l'aïllant.

Mesura de la resistència de terra

La connexió de les instal·lacions a terra és un sistema de seguretat que permet que els corrents de defecte es derivin cap a un conductor enterrat al terra.

Per aconseguir que tot el corrent de defecte es derivi cap al terra és necessari que la resistència a terra sigui mínima. La ITC-BT-18 del REBT indica les condicions de les preses de terra.

L'instrument que mesura la resistència de terra és el **tel·luròmetre**.

2.5 Instal·lacions comunes en habitatges i edificis (serveis comuns)

Les instal·lacions comunes d'un edifici es refereixen als circuits elèctrics que alimenten l'enllumenat de l'edifici, la derivació per l'ascensor, o altres serveis de zones comunes de l'edifici. Aquestes instal·lacions comunes requereixen d'una derivació individual pròpia amb un comptador d'energia i un quadre amb els magnetotèrmics de protecció i ubicats normalment a la sala de comptadors.

La **instal·lació d'enllaç** és aquella que uneixen la caixa general de protecció amb les instal·lacions interiors o receptors de l'usuari.

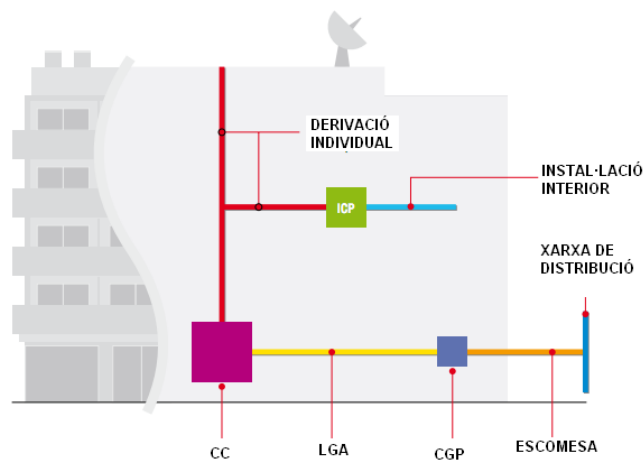
Les parts que constitueixen les instal·lacions d'enllaç són:

- La caixa general de protecció (CGP).
- La línia general d'alimentació (LGA).
- Els elements per a la ubicació de comptadors (CC).
- La derivació individual (DI).
- La caixa per a l'interruptor de control de potència (ICP).
- Els dispositius generals de comandament i protecció (DGCP o DGMP).

La **connexió de servei** és la part de la instal·lació de la xarxa de distribució que alimenta la caixa o caixes generals de protecció.

A la ITC-BT-12 es parla dels diferents esquemes d'enllaç que podem trobar-nos a un edifici de vivendes i les seves parts:

FIGURA 2.38. Instal·lació d'enllaç i d'interior d'un edifici de vivendes



Imatge: catàleg d'Unex

- Un sol usuari o habitatge: En aquest cas no hi ha serveis comuns ni línia general d'alimentació o LGA.
- Més d'un usuari o habitatge:
 - Esquema per col·locació de dos comptadors per a dos habitatges a un mateix lloc.
 - Esquema per a una única centralització de comptadors a un edifici.
 - Esquema quan hi ha diverses centralitzacions de comptadors a un edifici.

La **caixa general de protecció (CGP)** és la caixa que allotja els elements de protecció de les línies generals d'alimentació.

La **línia general d'alimentació (LGA)** és aquella que enllaça la CGP amb la centralització de comptadors.

La **derivació individual (DI)** és la part de la instal·lació que, partint de l'LGA, subministra electricitat a l'usuari final.

El **comptador** mesura el consum d'energia elèctrica d'un usuari d'un habitatge o bé dels serveis comuns de l'edifici.

Els **dispositius generals de comandament i protecció (DGCP)** s'han de situar tan a prop com sigui possible del punt d'entrada de la derivació individual al local o habitatge. L'interruptor de control de potència (ICP) és un dispositiu per controlar que la potència realment demanada pel consumidor no excedeixi la contractada. Els DGCP han de tenir, com a mínim, un interruptor general automàtic (IGA), un interruptor diferencial (ID) general, els dispositius de tall omnipolar i el dispositiu de protecció contra sobretensions.

FIGURA 2.39. Esquemes d'instal·lacions d'interior a edificis amb les màximes caigudes de tensió per trams

