



**CONDICIONS TÈCNIQUES I DE SEGURETAT
DE LES INSTAL·LACIONS DE DISTRIBUCIÓ
DE
FECSA ENDESA**

**NORMA TÈCNICA PARTICULAR
CENTRES DE TRANSFORMACIÓ RURALS
(NTP-CTR)**

OCTUBRE DEL 2006

ÍNDIX

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | OBJECTE | 3 |
| 2 | ABAST | 3 |
| 3 | REGLAMENTACIÓ | 3 |
| 4 | CARACTERÍSTIQUES GENERALS | 4 |
| 4.1 | UBICACIÓ I ACCESSOS | 4 |
| 4.2 | SEGURETAT DE LES PERSONES | 5 |
| 4.3 | FACILITAT DE MANTENIMENT | 5 |
| 4.4 | VENTILACIÓ | 5 |
| 4.5 | ASPECTES MEDIAMBIENTALS | 6 |
| 5 | CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ | 6 |
| 5.1 | TENSIÓ PREVISTA MÉS ELEVADA PEL MATERIAL DE MT | 6 |
| 5.2 | POTÈNCIA MÀXIMA DE TRANSFORMACIÓ | 6 |
| 5.3 | CORRENT ASSIGNAT DE LA INSTAL·LACIÓ DE MT | 6 |
| 5.4 | CORRENT DE CURTCIRCUIT EN MT | 6 |
| 5.5 | TENSIÓ SUPORTADA EN BAIXA TENSIÓ | 7 |
| 5.6 | CORRENT DE CURTCIRCUIT EN BT | 7 |
| 5.7 | ESQUEMES ELÈCTRICS BÀSICS | 7 |
| 6 | COMPONENTS DE LA INSTAL·LACIÓ | 9 |
| 6.1 | SUPORT DEL CTR | 9 |
| 6.2 | APARELLATGE DEL SUPORT | 10 |
| 6.3 | FERRAMENTA | 11 |
| 6.4 | LÍNIA DE MT I AMARRATGE | 11 |
| 7 | CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL | 12 |
| 7.1 | DIMENSIONS | 12 |
| 7.2 | DISPOSICIÓ INTERIOR | 13 |
| 7.3 | VENTILACIÓ DEL CTR | 13 |
| 7.4 | EQUIPOTENCIALITAT | 13 |
| 8 | PARTS CONSTRUCTIVES CONSTITUENTS DEL CTR | 14 |
| 8.1 | ENVOLTANTS PREFABRICATS | 14 |
| 8.2 | PORTES D'ACCÉS I OBERTURES | 14 |
| 9 | INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA | 15 |
| 9.1 | CABLES DE MT | 15 |
| 9.2 | TRANSFORMADOR DE POTÈNCIA | 15 |
| 9.3 | PONTS DE CONNEXIÓ | 16 |
| 9.4 | QUADRE DE BT | 16 |
| 9.5 | PROTECCIONS | 17 |
| 9.6 | INSTAL·LACIÓ DE POSADA A TERRA | 18 |
| 9.7 | MESURES ADDICIONALS DE SEGURETAT PER A LES TENSIONS DE PAS I DE CONTACTE | 21 |
| 10 | SENYALITZACIONS I MATERIAL DE SEGURETAT | 22 |
| 11 | NORMES DE REFERÈNCIA | 23 |

1 OBJECTE

Aquesta Norma Tècnica Particular té per finalitat establir les característiques que han de reunir els Centres de Transformació MT/BT de Distribució Rurals (CTR) allotjats en edificis prefabricats, connectats a la xarxa de Mitjana Tensió de FECSA ENDESA.

2 ABAST

Els CTR són la solució alternativa als Centres de Transformació quan els primers s'han d'ubicar en un entorn rural i s'han de connectar a una derivació d'una xarxa aèria sense possibilitats raonables de fer cap tancament d'anell per mantenir l'estructura normalitzada de bucle.

Pels seus avantatges mediambientals, són també una bona solució alternativa als centres de transformació d'intempèrie convencionals (PT's), per la qual cosa, a FECSA ENDESA es dona com a solució a aplicar amb l'edició d'aquesta NTP.

Els CTR estaran dissenyats per al nivell de tensió de 25 kV, encara que la tensió de la xarxa sigui d'11 kV. Només podran allotjar un transformador. L'entrada de la xarxa de distribució al CTR s'efectuarà mitjançant cables subterranis, i estaran ubicats en edificis independents prefabricats d'instal·lació en superfície.

3 REGLAMENTACIÓ

El disseny i la construcció dels CTR s'efectuarà d'acord amb els següents Reglaments i Normes:

- ◆ Reial Decret 1955/2000 d'1 de desembre, sobre regulació de l'activitat de transport i distribució d'energia elèctrica. (BOE 310 de 27.12.00).
- ◆ Reglament sobre Condicions i Garanties de Seguretat en Centrals, Subestacions i Centres de Transformació (RD 3275/82, de 12.11.82, BOE núm. 288 d'1.12.82).
- ◆ Instruccions Tècniques Complementàries del RAT (ITC MIE- RAT), establertes per OM de 06.07.84, BOE núm. 183 d'1.8.84, i OM de 18.10.84, BOE núm. 256 de 25.10.84.
- ◆ Reglament Tècnic de Línies Elèctriques Aèries d'Alta Tensió (RLAT) Decret 3151/1968 de 28.11.68, BOE núm. 311 de 27.12.68.
- ◆ Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC-BT). (Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, BOE núm. 224 de 18 de setembre de 2002).
- ◆ Llei de Prevenció de Riscos Laborals (LPRL), (Llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, BOE 10.11.1995).
- ◆ Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric (BOE 21.06.01).
- ◆ Normes UNE d'obligat compliment segons es desprèn dels Reglaments, en les seves corresponents actualitzacions efectuades pel Ministerio de Industria Turismo y Comercio.

- ◆ Normes UNE que, no essent d'obligat compliment, defineixin les característiques dels elements integrants del CTR.
- ◆ D'altres normes i disposicions vigents que puguin ser d'obligat compliment.

4 CARACTERÍSTIQUES GENERALS

Amb caràcter general, només s'admetran els CTR de tipus prefabricats d'acord amb la Norma [GE FNH003](#).

Els aspectes que amb caràcter general s'hauran de tenir en compte en el disseny i la instal·lació del CTR són els següents:

- ◆ Ubicació i accessos al CTR
- ◆ Seguretat de les persones
- ◆ Facilitat de manteniment
- ◆ Ventilació
- ◆ Altres aspectes mediambientals

4.1 Ubicació i accessos

El terreny d'emplaçament del CTR serà de domini públic. Quan això no sigui possible s'establirà de comú acord entre el sol·licitant i l'empresa distribuïdora, tenint en compte les consideracions d'ordre elèctric, de seguretat i d'explotació. La instal·lació es farà d'acord amb la Norma [GE FGH003](#) i [GE FNH003](#). Es valoraran els següents aspectes:

- ◆ L'emplaçament es farà de manera que sempre s'hi pugui accedir directament des del carrer o vial públic.
- ◆ La ubicació del CTR, es triarà, de manera que tingui un fàcil, lliure i permanent accés de camions per al muntatge i manteniment del material que en forma part.
- ◆ El CTR es fixarà "al peu" del suport destinat a la conversió aèria - subterrània, quan els elements de protecció del transformador estiguin en el mateix suport.
- ◆ El terreny on s'instal·li el CTR serà pla i compactat prèviament amb un grau de compactació de com a mínim el 90 %.
- ◆ Disposarà d'una vorera perimetral d'un metre d'amplada. En cas d'existir terraplens contigus, la distància de l'aresta de la vorera perimetral a l'aresta dels terraplens contigus no serà menor de 5 m.
- ◆ L'emplaçament escollit del CTR haurà de permetre l'estesa de la línia alimentadora de MT i de les línies de sortida que alimenten la xarxa de BT.
- ◆ Disposarà de les concessions de servitud per a l'ús i accés a la instal·lació i el pas de la línia de MT i de les línies de BT.
- ◆ No s'instal·laran a més de 2000 m d'alçada. Quan la ubicació sigui a més de 1000 m, es tindrà en compte el criteri d'aïllament recollit a la ITC MIE-RAT 12, apartat 3.3.4.
- ◆ En la ubicació del CTR s'hauran de complir totes les reglamentacions i normatives relatives a distàncies a edificacions, vies de comunicació i altres serveis, així com els requeriments mecànics i elèctrics que s'hi estableixen.

- ◆ Quan s'hagi d'instal·lar un CTR en zones on es prevegi que el grau de contaminació ambiental arribi a nivells agressius per causa de les seves parts metàl·liques exposades a l'aire, aquestes parts, hauran de ser d'acer inoxidable. A més a més, en aquests casos, també seran d'acer inoxidable la xapa de compartimentació i el bastidor ancorat a aquesta xapa per suportar el quadre de baixa tensió. També podran admetre's – previ acord amb FECSA ENDESA – altres alternatives d'eficàcia similar llur validesa hagi estat provada per la pràctica.

4.2 Seguretat de les persones

S'aplicaran criteris de disseny que aportin seguretat passiva al personal que accedeixi al CTR per a la seva explotació. Es tindran en compte els següents aspectes:

- ◆ Guardar les distàncies mínimes als elements susceptibles d'estar en tensió, previstes a la legislació vigent.
- ◆ Compartimentar els elements de maniobra del CTR (si n'hi ha) de manera que en cas d'arc intern en el circuit de potència no existeixi risc per a l'operador.
- ◆ No hauran de transmetre's tensions perilloses a l'exterior del CTR.
- ◆ El CTR estarà proveït d'una instal·lació de posada a terra, amb l'objecte de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se a la mateixa instal·lació del CTR.
- ◆ S'establirà una superfície perimetral equipotencial del CTR, conjunta amb la del suport de conversió de la línia aèria.
- ◆ Durant la construcció de la instal·lació del CTR s'aplicaran els criteris de seguretat que s'estableixin en el corresponent *Estudi Bàsic de Seguretat i Salut*.

4.3 Facilitat de manteniment

El disseny dels CTR facilitarà el manteniment i les revisions periòdiques, de manera que puguin realitzar-se amb seguretat i sense perjudicar la qualitat de servei de la xarxa.

Per tal de facilitar la detecció i l'aïllament de defectes, s'instal·laran elements de detecció que la tecnologia vagi fent d'ús habitual.

4.4 Ventilació

L'evacuació del calor generat a l'interior del CTR s'efectuarà segons s'indica en la MIE-RAT 014 apartat 3.3, i s'utilitzarà únicament el sistema de ventilació natural.

El centre disposarà d'un sistema de ventilació constituït per dues reixes de ventilació col·locades en els laterals del centre, o una reixa i una xemeneia perimetral superior.

La secció d'aquestes reixes de ventilació estarà calculada de manera que permeti la correcta ventilació del transformador i dels altres equips.

Aquestes reixes estaran construïdes amb xapa galvanitzada amb recobriment de pintura de poliuretà. Aquestes reixes permetran mitjançant dues frontisses l'accés al transformador, si no hi ha la porta corresponent.

4.5 Aspectes mediambientals

Tant en el disseny com en la construcció, es prendran les mesures adients per evitar els impactes al mediambient, tenint en compte els següents aspectes

- ◆ Protecció contra incendis. S'actuarà d'acord amb el que s'estableix a l'apartat 4.1 del MIE-RAT 14, i a les Ordenances Municipals aplicables en cada cas.
- ◆ Integració a l'entorn. Amb l'objecte de disminuir l'impacte visual, el CTR tindrà els acabats exteriors necessaris per a harmonitzar amb l'entorn on està ubicat.
- ◆ Protecció de l'avifauna. Atès que el major impacte es produeix amb els elements d'arribada de la línia aèria, es tindran en compte les solucions previstes a la NTP-LAMT.
- ◆ Així mateix, quan per imperatiu legal, com per petició de qualsevol Administració o Organisme, calgui fer un Estudi d'Impacte mediambiental o paisagístic, s'elaborarà el corresponent informe segons els procediments mediambientals de FECSA ENDESA.

5 CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

Encara que els elements de tall i protecció externs (ubicats normalment en el suport de conversió), formin part del conjunt del CTR, a efectes de descripció de les seves característiques, seran les mateixes que les descrites a la NTP-LAMT.

5.1 Tensió prevista més elevada pel material de MT

La tensió prevista més elevada pel material serà de 36 kV, excepte per als transformadors de potència i parallamps, que s'adequaran a la tensió de servei.

5.2 Potència màxima de transformació

El transformador a instal·lar inicialment haurà de tenir una potència màxima de 160 kVA. Així mateix, la potència mínima inicial serà de 50 kVA .

Malgrat que en tots els CTR s'instal·lin inicialment transformadors de potència màxima 160 kVA, es dimensionaran per a una potència màxima admissible de 250 kVA, a fi de cobrir únicament eventuais increments de potència de tipus vegetatiu.

5.3 Corrent assignat de la instal·lació de MT

El corrent assignat dels elements de MT serà, en general i com a mínim, de 200 A.

5.4 Corrent de curtcircuit en MT

Els materials instal·lats en el CTR hauran de ser capaços de suportar, com a mínim, les següents sol·licitacions:

Taula 1. Característiques dels materials de MT

| Tensió nominal de la xarxa | Corrent assignat de curta duració 1s (límit tèrmic) | Valor de cresta del corrent de curtcircuit admissible assignat (límit dinàmic) |
|-----------------------------------|--|---|
| ≤ 36 kV | 8 kA | 20 kA |

5.5 Tensió suportada en Baixa Tensió

La tensió nominal de la xarxa de BT serà de 400 V. El nivell d'aïllament del material i els equips de baixa tensió instal·lats en el CTR seran de doble aïllament i capaços de suportar per la seva pròpia naturalesa, tensions respecte a massa de fins a 10 kV a 50 Hz durant 1 minut i 20 kV de xoc tipus llamp.

5.6 Corrent de curtcircuit en BT

El valor del corrent de curtcircuit que hauran de suportar com a mínim els circuits de BT, amb caràcter general serà:

- ◆ 12 kA 1 seg.

5.7 Esquemes elèctrics bàsics

La instal·lació del CTR té dos circuits diferenciats:

- ◆ Circuit de MT
- ◆ Circuit de BT

5.7.1 Circuit de MT

El circuit de MT estarà format pels tallacircuits de MT, les proteccions contra sobretensions, el cable-pont unipolar, el transformador i les seves connexions elèctriques.

El seccionador forma part de la línia que l'alimenta. Estarà situat al suport anterior, i complirà les indicacions descrites a la ITC MIE-RAT 15 Instal·lacions elèctriques d'exterior, apartat 4.2.3.

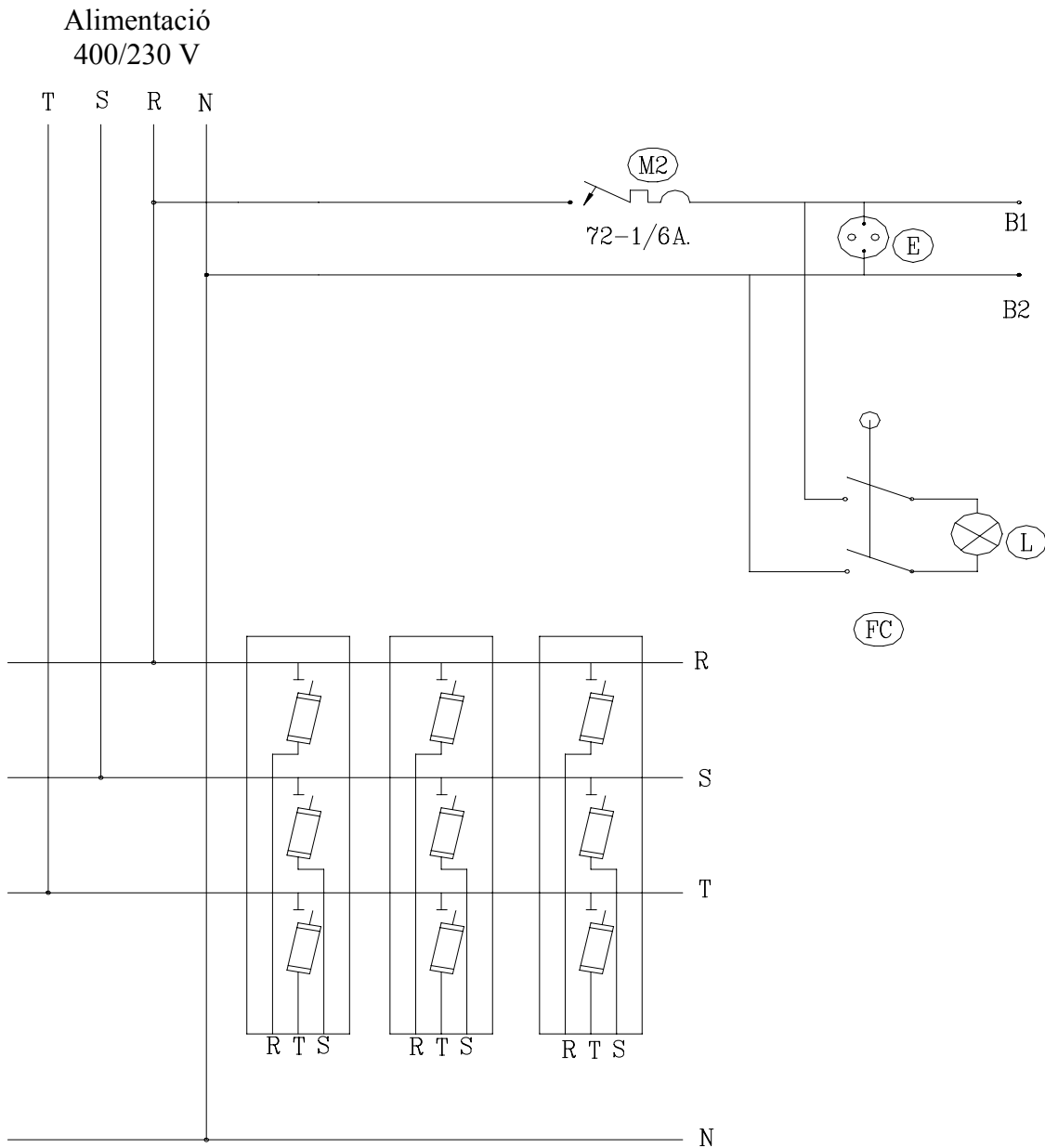
S'instal·larà en el mateix suport de conversió, quan la longitud de la derivació de la línia de MT tingui un sol va i aquest sigui inferior a 100 m. Per les seves característiques, els tallacircuits d'expulsió podran utilitzar-se com a seccionador local de tall visible.

La línia de MT que alimenta al CTR serà aèria, de simple circuit, trifàsica, construïda amb conductors d'alumini-acer, segons la NTP-LAMT.

5.7.2 Circuit de BT

La instal·lació de BT estarà formada per:

- ◆ Quadre de Baixa Tensió
- ◆ Cable d'unió amb el transformador



| | |
|----|--|
| M | Interrupctor magnetotèrmic 6A / 20 A (Curva C) |
| B | Bornes de pas |
| E | Base endoll bipolar 16 A |
| FC | Final de carrera |
| L | Làmpada |

Figura 1. Esquema elèctric de BT

6 COMPONENTS DE LA INSTAL·LACIÓ

La figura 2 mostra gràficament els diferents components del CTR.

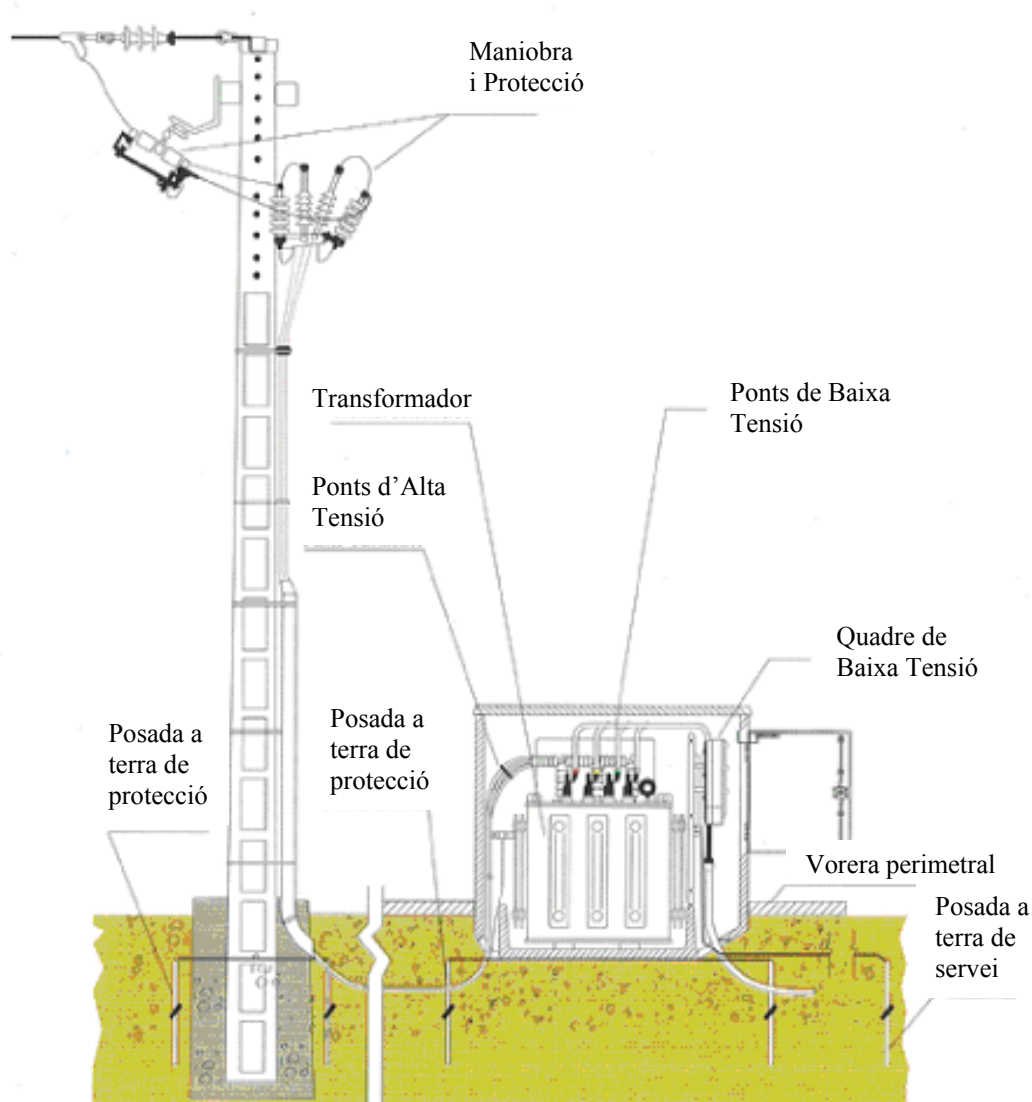


Figura 2. Esquema del CTR

6.1 Suport del CTR

S'utilitzaran suports metàl·lics de gelosia, denominats tipus C, formats per perfils d'acer laminats, soldats o units per cargols, segons el que especifica la norma [GE AND001](#). L'esforç en punta serà com a mínim de 2000 daN i les alçades de 12 o 14 m segons la disposició de l'aparellatge o el perfil del terreny.

El suport del CTR es completarà amb un armat adequat segons la NTP-LAMT, per fer l'amarrament de la línia de MT, allotjar l'aparellatge i fer la conversió subterrània d'entrada al transformador.

6.2 Aparellatge del suport

6.2.1 Tallacircuits de MT

S'utilitzaran els de tipus expulsió, corba "D" (antitempesta).

Els tallacircuits fusibles de MT estaran formats per la base unipolar i el tub d'expulsió. A la taula 2 es resumeixen les seves característiques, tant les relatives a la funció de seccionament, descrites a la Norma UNE-EN 60129 *Seccionadors de corrent altern per a Alta Tensió i seccionadors de posada a terra*, com les relatives a la seva funció de fusible, descrites a la UNE 21120.

Taula 2. Tallacircuits de MT

| Característiques | Valor assignat |
|---|----------------|
| Tensió assignada | 36 kV |
| Nivell d'aïllament: | |
| Tensió de xoc suportada tipus llamp entre pols i entre pols i massa | 170 kV |
| Tensió suportada a 50Hz entre pols i entre pols i massa | 70 kV |
| Tensió de xoc suportada tipus llamp, distància de seccionament | 195 kV |
| Tensió suportada a freqüència 50 Hz, distància de seccionament | 80 kV |
| Freqüència assignada | 50 Hz |
| Corrent assignat de la base | 200 A |
| Corrent admissible de curta duració | 8 kA |
| Valor de cresta del corrent admissible | 20 kA |
| Duració del corrent admissible | 1 seg. |
| Poder de tall en cas de defecte | 8 kA |
| Corrent a règim permanent de la base | 100 A |

6.2.2 Elements fusibles de MT

Les característiques dels elements fusibles de MT s'ajustaran al que indica la Norma UNE 21120. En la taula 3 s'indiquen les característiques més significatives.

El calibre dels fusibles s'escollirà en funció de la potència del transformador a protegir, segons s'indica a la taula 6 del apartat 9.5.

Taula 3. Elements fusibles de MT

| Característiques | Valor assignat |
|---------------------------------|----------------|
| Tipus | Expulsió |
| Classe | D |
| Tensió assignada | 36 kV |
| Tensió màxima de servei continu | 30 kV |
| Poder de tall assignat | 8 kA |
| Calibre | 3, 7 i 10 A |

6.2.3 Parallamps

Els parallamps seran de resistència variable. A la taula 4 s'indiquen les seves característiques més significatives, descrites a la Norma UNE-EN 60099.

Taula 4. Parallamps

| Característiques | Valor assignat per a 11 kV | Valor assignat per a 25 kV |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Tensió assignada | ≥ 11 kV | ≥ 25 kV |
| Corrent nominal de descàrrega | 10 kA | 10 kA |
| Tensió màxima de servei continu | ≥ 10,2 kV | ≥ 24,4 kV |
| Tensió residual (onda 8/20 µs a 10 kA) | ≤ 42,4 kV | ≤ 96 kV |
| Marge de protecció | > 80 % | > 80 % |
| Tipus d'aïllament | Polimèric | Polimèric |
| Línia de fuga | ≥ 460 mm | ≥ 750 mm |
| Corrent de descàrrega de llarga duració | 250 A/2000 µs | 250 A/2000 µs |
| Característica tensió - temps | 14,2 kV durant 1000 s | 30 kV durant 1000 s |

6.3 Ferramenta

Tota la ferramenta serà d'acer i estarà galvanitzada en calent. El pes del recobriment serà de 460 g/m² per a la de 2 a 5 mm de gruix i de 610 g/m² per a la de més de 5 mm de gruix.

Tots els cargols per a la subjecció de la ferramenta i aparellatge s'admetran galvanitzats en calent, excepte a les zones afectades per alta contaminació on hauran de ser d'acer inoxidable.

6.4 Línia de MT i amarratge

Els conductors de la línia de MT seran en general 47AL1/8-ST1A (LA 56), segons Norma [GE AND010](#) i Norma UNE 50182.

L'amarratge de la línia s'efectuarà al suport de conversió mitjançant aïlladors polimèrics en disposició horitzontal. En general, l'amarratge serà senzill. L'amarratge doble es reservarà per als casos d'encreuaments previstos en el RLAT.

Quan el CTR estigui ubicat en una zona de protecció de l'avifauna, es prendran les mesures de protecció adients, segons les solucions previstes a la NTP-LAMT

7 CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL

7.1 Dimensions

Els CTR tindran unes dimensions determinades que permetin la instal·lació en el seu interior dels elements especificats, els quals hauran d'estar col·locats de manera que la seva manipulació i manteniment s'aconsegueixi amb la major comoditat i facilitat per a l'operador, que haurà de preservar el conjunt de totes les mesures legals i de seguretat existents.

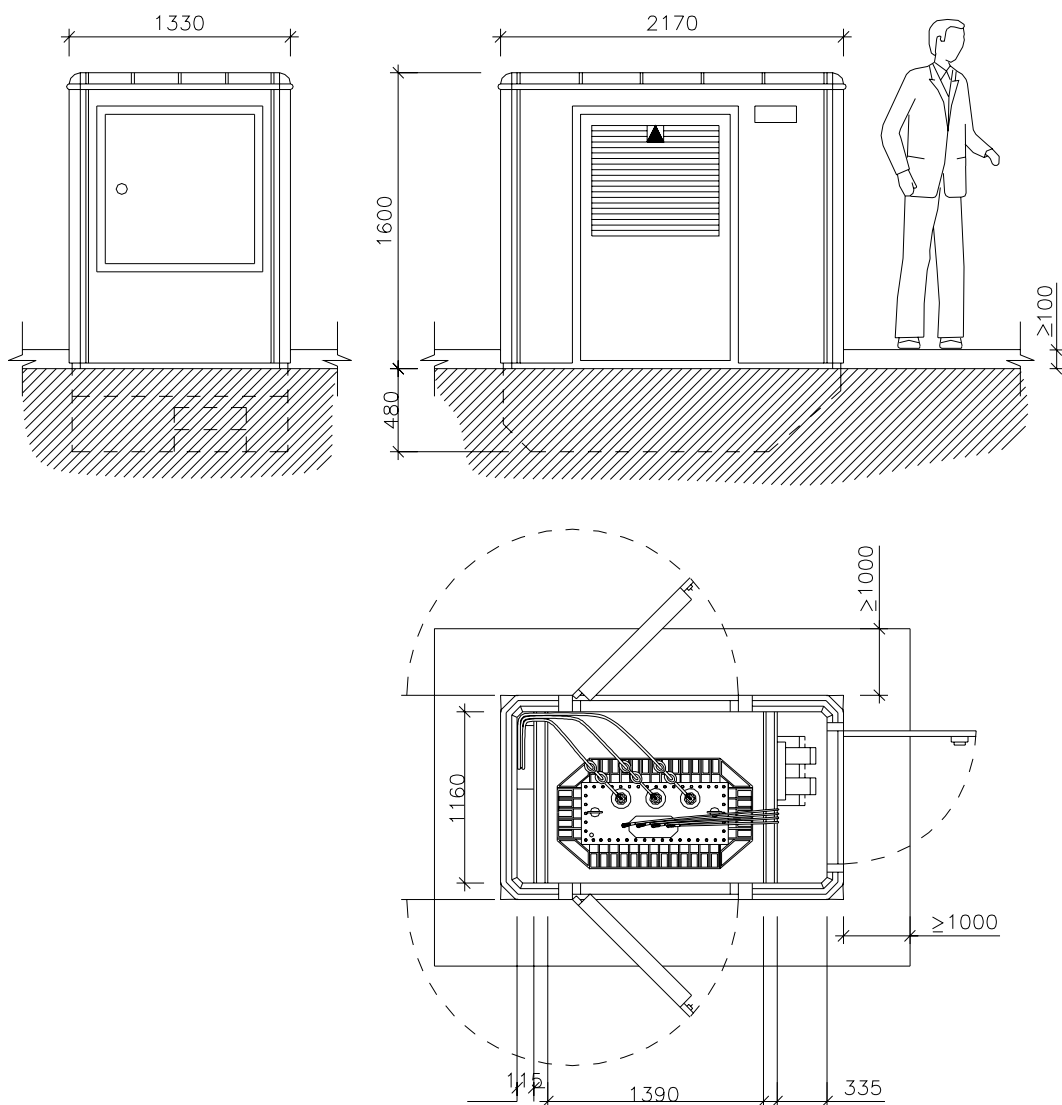


Figura 3. Dimensions exteriors

7.2 Disposició interior

7.2.1 Compartimentació

El centre disposarà d'una separació física entre el transformador i el quadre de baixa tensió en xapa pintada i unida al sistema de terres general. Aquesta xapa servirà alhora de suport del quadre de baixa tensió.

7.2.2 Instal·lació interior

El centre disposarà d'un punt de llum situat en el compartiment del quadre de baixa tensió accionat per un interruptor col·locat amb aquesta finalitat.

El centre anirà equipat amb la ferramentada que permeti instal·lar en el seu interior un joc d'autovàlvules.

7.2.3 Recollida d'oli

A la MIE-RAT 014, apartat 4.1, s'indica que quan s'utilitzin aparells o transformadors que continguin més de 50 litres d'oli mineral, es disposarà d'una fossa de recollida d'oli de capacitat adequada, amb revestiment estanc i amb dispositiu tallafocs.

En el fons de l'envoltant hi haurà un sistema de recollida del dielèctric amb un volum màxim de 400 litres d'oli que, eventualment, es pot escapar del transformador, de manera que no contamini el medi ambient.

7.3 Ventilació del CTR

Tal com s'ha indicat, el sistema de ventilació serà únicament el natural, i estarà d'acord amb la norma [GE FNH003](#).

Per al càlcul de la secció de les reixes de ventilació s'utilitza la següent expressió:

$$P = 0,24 \cdot S \cdot \Gamma \cdot \sqrt{H} \cdot (t_i - t_e)^{3/2}$$

on:

P Potència de les pèrdues del transformador (4,7 kW).

S Superfície de la finestra d'entrada d'aire (m²).

Γ Coeficient de forma de les reixes de ventilació (es pren 0,4).

H Distància en alçada entre centres geomètrics de finestres de ventilació (m).

t_i Temperatura màxima admissible a l'interior del CTR, 55° C (la temperatura màxima de l'oli en la part superior, admesa per la Norma UNE 20101, és de 60° C).

t_e Temperatura mitjana diària prevista a l'exterior del CTR, 30° C.

Se suposa igual la secció de les reixes d'entrada i sortida d'aire.

7.4 Equipotencialitat

El CTR estarà construït de manera que el seu interior presenti una superfície equipotencial.

Al voltant del CTR, s'haurà disposat d'una vorera perimetral de les dimensions assenyalades als dibuixos annexos amb la finalitat de solucionar els aspectes reglamentaris de les tensions de pas i contacte.

Cap ferramentada ni element metàl·lic travessarà els paraments. Quan hi hagin paraments proveïts de forjats metàl·lics estaran connectats a la malla de la solera.

8 PARTS CONSTRUCTIVES CONSTITUENTS DEL CTR

8.1 Envoltants prefabricats

Els envoltants estaran constituïts per:

- ◆ Cos: Peça monobloc de formigó armat destinada a allotjar en el seu interior el transformador, quadre de baixa tensió i elements auxiliars. Assegura una perfecta estanqueïtat al no disposar de juntes d'unió. Disposa de quatre punts de suspensió per transportar-lo i instal·lar-lo.
- ◆ Coberta: Peça de formigó armat dissenyada a 4 aigües que impedeix l'acumulació d'aigua a sobre ella i aconsegueix una perfecta estanqueïtat que evita tot tipus de filtracions. Disposa de quatre punts de suspensió per transportar-lo i instal·lar-lo.

8.2 Portes d'accés i obertures

Les portes d'accés al CTR seran les mateixes reixes de ventilació. Aquestes portes –reixes– estaran col·locades en els laterals del centre i disposaran d'un accionament llur comandament estarà situat en l'habitacle del quadre de baixa tensió, i es podrà enclavar l'accionament de les reixes amb cadenat de manera que només es pugui accedir al transformador seguint els passos següents:

- ◆ Obertura de la porta del quadre de baixa tensió mitjançant pany condemnat per cadenat normalitzat.
- ◆ Comprovació de les mesures de seguretat normals en els treballs de mitjana tensió. Amb aquest objectiu existiran unes instruccions de seguretat col·locades al costat de l'enclavament.
- ◆ Accionar els enclavaments.
- ◆ Obertura de les portes – reixes.
- ◆ Accés al transformador.

La fusteria i la serralleria serà metàl·lica i de suficient solidesa per garantir la inaccessibilitat. El grau de protecció de les portes serà com a mínim IP 23, IK 10.

Totes les portes i ferramenta de tancament, s'instal·laran de manera que no estiguin en contacte amb el sistema equipotencial i estaran separades almenys 0,10 m dels armats dels murs.

8.2.1 Porta d'accés al quadre de BT

El CTR disposarà d'una porta metàl·lica que permeti l'accés al quadre de baixa tensió. El gir serà de 90° amb enclavament que impedeixi un tancament accidental. L'accés al quadre de baixa tensió serà independent de l'accés al transformador. En el seu interior hi haurà un cartell de primers auxiliars.

La porta disposarà d'un pany amb dos punts d'ancoratge. El tancament permetrà la col·locació d'un cadenat.

8.2.2 Reixes per ventilació

Per als forats de ventilació es disposarà d'un sistema de reixes que no permetin l'entrada d'aigua ni de petits animals.

Les dimensions s'adequaran a les calculades per a l'evacuació del calor que es produeix a l'interior del CTR.

Estaran bàsicament constituïdes per un marc i un sistema de lamel·les, que impedeixi la introducció de filferros que puguin tocar parts en tensió. Tindran un grau de protecció mínim IP 23, IK 10.

Totes les reixes de ventilació s'instal·laran de manera que no estiguin en contacte amb el sistema equipotencial i estaran separades almenys 0,10 m dels armats dels murs.

Es muntaran verticalment i de manera que la part inferior de les reixes estigui situada com a mínim a 0,25 m de la rasant del terra exterior del CTR.

8.2.3 Entrada de cables

L'envoltant presentarà a la seva part inferior dos orificis per a l'entrada dels cables MT i la sortida de cables de BT.

9 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

9.1 Cables de MT

Els cables d'alimentació en MT al CTR, que vénen del suport de conversió amb proteccions i que constitueixen el pont de MT al transformador, seran unipolars, d'aïllament sec per a una tensió assignada de 18/30 kV. Tindran una secció mínima de $3 \times 1 \times 150 \text{ mm}^2$ d'Al, i s'ajustaran a la norma [GE DND001](#).

9.2 Transformador de potència

Els transformadors seran trifàsics i les seves característiques s'ajustaran al que indica la Norma UNE 20138 i es concreta a la [GE FND001](#). A la taula 5 es resumeixen les seves característiques.

Taula 5. Transformadors

| Característiques | Valor assignat per a 11 kV | Valor assignat per a 25 kV |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Potències assignades | 50 – 100 - 160 kVA | 50 – 100 - 160 kVA |
| Grups de connexió per a 50 - 100 kVA | Yzn11 | Yzn11 |
| Grup de connexió per a 160 kVA | Dyn11 | Dyn11 |
| Tensions assignades primàries | 11 kV | 25 kV |
| Tensions en buit del bobinat de baixa tensió | 420 V | 420 V |
| Connexions de regulació de la tensió (sense tensió) | -5/-2,5/0/+2,5/+5/+10 | -5/-2,5/0/+2,5/+5/+10 |
| Tensió de curtcircuit (temperatura de referència 75°C) per a les tensions més altes del material | 4,5 % | 4,5 % |
| Nivells d'aïllament en BT: | | |
| Tensió suportada a 50 Hz | 10 kV | 10 kV |
| Tensió de xoc suportada tipus llamp | 20 kV | 20 kV |
| Aptitud per suportar curtcircuits en BT | 22,2 cops el corrent assignat | 22,2 cops el corrent assignat |
| Duració del curtcircuit | 2 s | 2 s |
| Líquid dielèctric UNE 21320 (5) | Oli mineral aïllant | Oli mineral aïllant |
| Sistema de refrigeració | ONAN | ONAN |
| Tipus de servei | Continu | Continu |
| Tipus de cuba | Ompliment integral | Ompliment integral |

9.3 Ponts de connexió

9.3.1 Pont de cable de MT

Els cables que constitueixen el pont de MT al transformador, són els d'alimentació en MT al CTR, que provenen del suport de conversió amb les seves proteccions i seran unipolars, d'aïllament sec per a una tensió assignada de 18/30 kV. Tindran una secció de $3 \times 1 \times 150 \text{ mm}^2$ d'Al i s'ajustaran a la norma [GE DND001](#).

Els terminals seran convencionals per facilitar la connexió d'autovàlvules a l'entrada del transformador.

9.3.2 Pont de cable de BT

La unió entre els borns del transformador i el quadre de protecció de BT s'efectuarà mitjançant cables aïllats unipolars del tipus RV 0,6/1 kV, de secció $4 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2$, que s'ajustaran al que especifica la Norma [GE CNL001](#). La instal·lació s'efectuarà en agrupació tetrapolar (R, S, T, N).

9.4 Quadre de BT

El centre disposarà d'un quadre que allotjarà les diferents sortides en baixa tensió. El quadre de baixa tensió, en la solució estàndard, estarà compost per les següents unitats funcionals:

- ◆ Embarrat
- ◆ Protecció
- ◆ Control (opcional)

L'embarrat estarà constituït per quatre barres horitzontals, una per fase més una de neutre. Tindrà com a missió el pas de l'energia per a ser distribuïda entre les diferents sortides.

L'embornament dels cables a cadascuna de les fases i el neutre es podrà fer amb una sola eina aïllada.

La barra de neutre estarà situada a sota de les fases. El neutre estarà aïllat respecte a terra.

Cadascuna de les barres s'identificarà dins del quadre mitjançant la següent relació de colors segons Norma UNE 21086:

- ◆ R verd
- ◆ S groc
- ◆ T marró
- ◆ N gris

La unitat de protecció, estarà constituïda per bases tripolars verticals tancades, amb tallacircuits fusibles, desconnectables amb càrrega de 400 A segons l'especificació tècnica corresponent del Grup ENDESA.

El quadre de BT se subministrarà amb dues bases instal·lades, de les característiques descrites, i estarà proveït l'espai i el connexionat per a la ubicació –en un futur– d'una tercera base.

La fixació de les bases tripolars i llur connexió a les barres horitzontals repartidores, s'efectuarà fàcilment amb una sola eina, per la part frontal, així com la connexió dels cables de sortida a les bases tripolars.

El quadre estarà suportat mecànicament per un bastidor ancorat a la xapa de compartimentació. Aquest bastidor tindrà un tractament de galvanitzat en calent per evitar-ne la corrosió.

9.5 Proteccions

En base al que indica la MIE-RAT 009, apartat 4.2.1 referent a la protecció de transformadors per a distribució, aquests transformadors s'hauran de protegir contra sobrecorrents produïts per sobrecàrregues o curtcircuits, ja siguin externs en la part de BT o interns en el propi transformador.

La protecció s'efectuarà limitant els efectes tèrmics i dinàmics mitjançant la interrupció del pas del corrent, o la seva limitació. Per això s'utilitzaran generalment tallacircuits fusibles.

Els calibres a utilitzar en FECSA ENDESA, segons la tensió de servei de la xarxa i la potència del transformador s'indiquen en la taula 6:

Taula 6. Calibre dels fusibles de MT segons el transformador

| Potència del Transformador | 11 kV | 25 kV |
|----------------------------|-------|-------|
| 50 kVA | 7 A | 3 A |
| 100 kVA | 7 A | 3 A |
| 160 kVA | 10 A | 7 A |

9.5.1 Protecció contra curtcircuits externs

La protecció contra curtcircuits externs en el pont que uneix els borns del secundari i l'embarat del quadre de BT, estarà assignada als fusibles de MT.

Els curtcircuits que puguin produir-se en les línies de BT que surten del CTR, en cap cas hauran de repercutir en el transformador, per tant, el calibre dels fusibles que protegeixen les sortides des del quadre de BT, es dimensionaran en funció de les característiques de la línia que alimenten.

Es considerarà que existeix selectivitat entre els fusibles de MT i els de BT quan, referides les intensitats a una mateixa tensió, es compleixi que la corba superior de la característica del fusible de BT talla a la corba inferior de fusió del fusible de MT, en un punt, que correspon a un temps inferior a 10 ms.

9.5.2 Protecció contra sobretensions en MT

S'instal·laran parallamps d'òxid metàl·lic segons Norma UNE-EN 60099 i Norma [GE AND015](#).

9.5.2.1 Ubicació i connexions dels parallamps

Els parallamps s'instal·laran com més a la vora possible de l'element a protegir, sense intercalar cap element de seccionament.

S'instal·larà un joc de parallamps al punt de transició de línia aèria a subterrània i un altre als borns del transformador.

La connexió de la línia al parallamps es farà mitjançant conductor nu de les mateixes característiques que el de la línia, que serà com més curt possible, i en el seu traçat s'evitaran les corbes pronunciades.

9.5.2.2 Coordinació d'aïllament

El marge de protecció entre el nivell d'aïllament del transformador i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80 %.

9.6 Instal·lació de posada a terra

9.6.1 Disseny de la instal·lació de terres

Per dissenyar la instal·lació de posada a terra s'utilitzarà el *Mètode de càlcul i projecte d'instal·lacions de posada a terra per a centres de transformació connectats a xarxes de tercera categoria* publicat per UNESA, com a procediment per al càlcul i la valoració de les tensions de pas i de contacte de la instal·lació de posada a terra del CTR. Aquest document facilita una eina adequada al Projectista per l'aplicació del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació (RD 3275/1982) i de les seves Instruccions Tècniques Complementàries (OM 18/10/1984).

Els paràmetres que s'aplicaran per al càlcul de la posada a terra seran els següents:

- ◆ Tensió més alta de la xarxa :
 - ◆ 11000 V
 - ◆ 25000 V
- ◆ Tipus de connexió de posada a terra del neutre :
 - ◆ Per a 11 kV: $R = 6 \Omega$
 - ◆ Per a 25 kV: $X = 25 \Omega$
- ◆ No es considera la impedància dels cables de MT
- ◆ Nivell d'aïllament de la BT en el CTR: 10 kV (segons el supòsit de sistema amb terres separades per ser com més desfavorable possible).
- ◆ Tensió màxima suportada per les instal·lacions connectades a la xarxa de BT: 1000V
- ◆ Proteccions de línia amb relés de corba d'actuació extremadament inversa que garanteix la desaparició del defecte en un temps inferior a 0,6 segons
 - ◆ Constant K' : 24
 - ◆ Corba $n'= 2$ (extremadament inversa)
 - ◆ Intensitat d'arrancament de la protecció: 60 A (25 kV), 120 A (11 kV)
- ◆ Reconexió automàtica :
 - ◆ Línies aèries: SI

9.6.2 Terres separades

En els CTR, el circuit de posada a terra de protecció, i el de servei (neutre del transformador), estaran separats entre si (MIE-RAT 13). Així mateix, els seus elèctrodes es mantindran separats una distància D , en funció del corrent de defecte (I_d) i de la resistivitat del terreny (ρ):

$$D \geq \frac{\rho I_d}{\pi \cdot 2 \cdot U_i}$$

on:

| | |
|--------|---|
| D | Distància entre elèctrodes (m) |
| I_d | Corrent de defecte (A) |
| ρ | Resistivitat mitja del terreny ($\Omega \cdot m$) |
| U_i | 1.000 V |

9.6.2.1 Circuit de Protecció

Es connectaran al circuit de protecció els següents elements:

- ◆ Masses de MT i BT
- ◆ Embolcalls o pantalles metàl·liques dels cables.
- ◆ Armats metàl·lics interiors de l'edifici prefabricat.
- ◆ Suports de cables de MT i de BT.
- ◆ Cuba metàl·lica dels transformadors.
- ◆ Parallamps d'alta tensió.
- ◆ Borns de terra dels detectors de tensió.
- ◆ Borns per a la posada a terra dels dispositius portàtils de posada a terra.
- ◆ Tapes i marcs metàl·lics dels canals de cables.

9.6.2.2 Circuit de Servei

Es connectarà al circuit de servei el neutre del transformador.

9.6.3 Característiques i aspectes constructius

El CTR estarà proveït d'una instal·lació de posada a terra, amb l'objecte de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se en el mateix CTR. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent, haurà d'assegurar la descàrrega a terra del corrent homopolar de defecte, i contribuir a l'eliminació del risc elèctric, degut a l'aparició de tensions perilloses, en el cas de contacte amb les masses que puguin posar-se en tensió.

La instal·lació de posada a terra estarà formada per dos circuits, el de protecció (o general) i el de servei al qual es connecta el neutre de BT.

La realització de la xarxa de terres es dividirà en dues etapes, en la primera s'instal·larà, de manera coordinada amb l'obra civil, l'anell conductor de terra i el número de piquetes necessàries en funció de la resistivitat del terreny.

La segona etapa correspondrà a la connexió de tots els elements del CTR a l'elèctrode de posada a terra (anell i piquetes).

L'elèctrode de posada a terra compost per l'anell conductor de 50 mm² Cu i el número de piquetes en funció de la resistivitat del terreny es correspondrà amb el disseny del projecte, i es mesurarà sempre el valor de la resistència de la posada a terra essent aquest igual o inferior al calculat.

Tots els elements del CTR es connectaran a la xarxa de terres, i en especial es comprovarà la bona connexió de:

- ◆ La carcassa del transformador
- ◆ El quadre de BT
- ◆ El parallamps

Les portes i les reixes de ventilació no es connectaran a la xarxa general de posada a terra.

En el cas d'emprar elèctrodes formats per piques, la separació entre aquestes, no serà inferior a 1,5 cops la llargada de les piques.

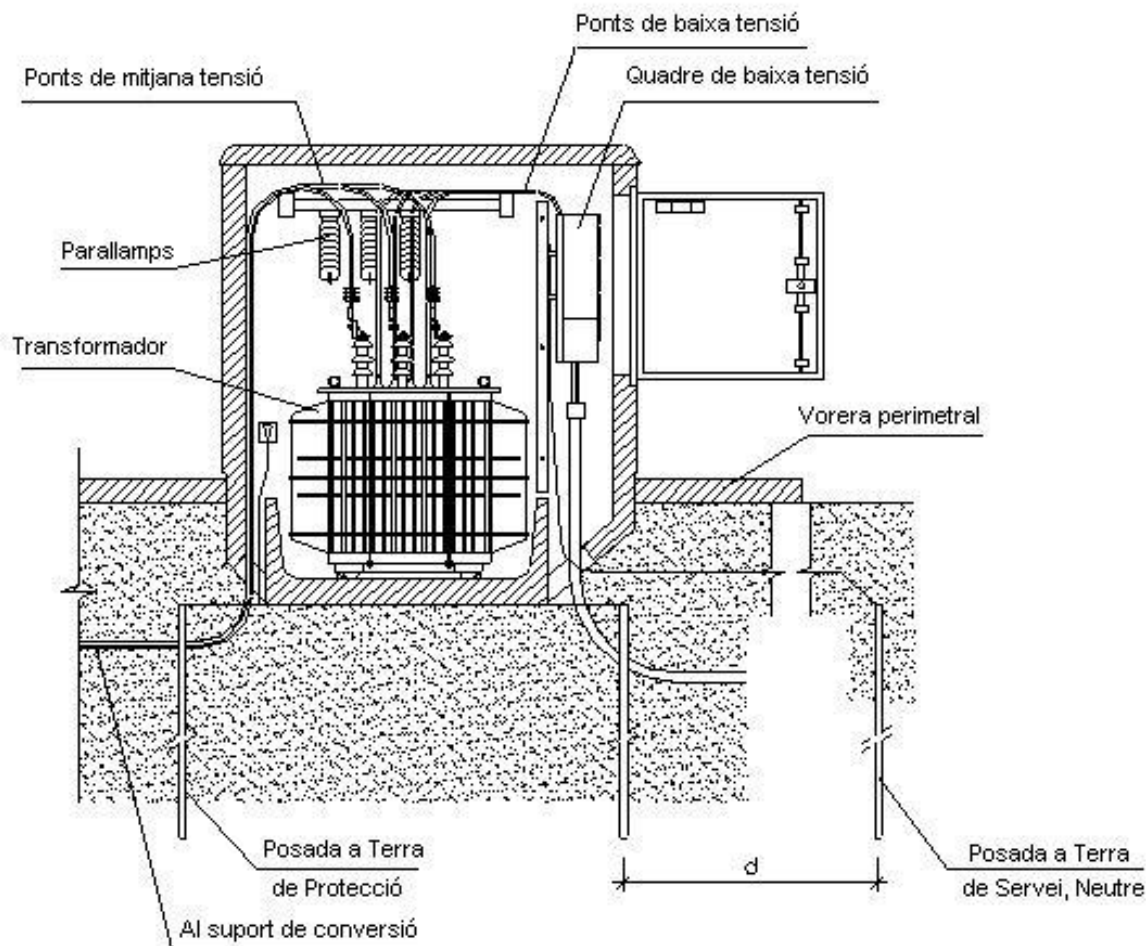


Figura 4. Instal·lació de posada a terra

A la instal·lació de posada a terra de masses i als elements que hi estan connectats, es compliran les següents condicions:

- ◆ Portaran borns accessibles per a la mesura de la resistència de terra.
- ◆ Cada elèctrode s'unirà al conductor de línia de terra.
- ◆ Tots els elements que constitueixen la instal·lació de posada a terra estaran protegits adequadament contra deterioraments per accions mecàniques o de qualsevol altre tipus.
- ◆ Els elements connectats a terra no estaran intercalats al circuit com a elements elèctrics en sèrie, sinó que la seva connexió s'efectuarà mitjançant derivacions individuals.
- ◆ No s'unirà a la instal·lació de posada a terra cap element metàl·lic situat als paraments exteriors del CTR.
- ◆ La instal·lació en tot el seu recorregut serà revisable visualment.
- ◆ La connexió de les derivacions a la instal·lació general i de les derivacions a l'element a connectar a terra, es realitzarà mitjançant peces de connexió per serratge mecànic, les característiques de les quals s'ajustaran a la Norma UNE 21021.

- ◆ La connexió de la línia de posada a terra al circuit de protecció, es realitzarà en un punt. La connexió serà desmuntable i estarà dissenyada de manera que permeti la mesura de la resistència de l'elèctrode i la inserció d'una pinça amperimètrica per a la mesura del corrent de fuga o la continuïtat del bucle.
- ◆ La cuba del transformador es connectarà al circuit de protecció, almenys, en dos punts.
- ◆ Les pantalles de protecció que siguin movibles estaran proveïdes d'una connexió flexible, de manera que en qualsevol posició es mantinguin unides elèctricament al circuit de protecció.
- ◆ La malla equipotencial es connectarà al circuit de protecció en dos punts.
- ◆ L'envoltant del quadre de BT estarà unit al circuit de protecció, mentre la pletina de connexió del neutre de BT ho estarà a la de servei.
- ◆ En els CTR amb terres separades, en condicions normals d'explotació no serà possible accedir simultàniament a les terres de protecció i a les de servei.

9.6.4 Elèctrodes de posada a terra

Els elèctrodes de posada a terra podran ser:

- ◆ Conductors enterrats horitzontalment: Cable de coure C-50
- ◆ Combinació de piques, d'acord amb la norma [GE NNZ035](#) i UNE 21056, i conductors horitzontals.

Les piques de posada a terra presentaran els següents requisits mínims: 2 m de longitud, 14 mm de diàmetre i 300 µm d'espessor de recobriment de coure.

Les piques s'endinsaran verticalment de manera que la part superior quedi a una fondària no inferior a 0,5 m.

En terrenys on es prevegin gelades, s'aconsella una profunditat mínima de 0,8 m.

Els elèctrodes horitzontals s'enterraran a una fondària igual a la de la part superior de les piques endinsades al terreny.

9.6.5 Línies de posada a terra

La línia que uneix els elèctrodes entre si i aquests amb la instal·lació de posada a terra del CTR, serà de conductor de coure de 50 mm² de secció.

En el cas de terres separades, la línia de terra del neutre estarà aïllada en tot el seu trajecte fins al punt de connexió a l'elèctrode, amb un nivell d'aïllament de 10 kV eficaços en l'assaig d'1 minut a 50 Hz i de 20 kV de xoc tipus llamp 1,2/50 µs.

9.7 Mesures addicionals de seguretat per a les tensions de pas i de contacte

El valor de les resistències de posada a terra de protecció i de servei serà tal que, en cas de defecte, les tensions màximes de pas i contacte no arribin als valors perillosos considerats en la MIE-RAT 013. Si això no fos possible, podran adoptar-se mesures de seguretat addicionals que facin adequats els valors de les tensions admissibles de pas i de contacte a l'interior i a l'exterior del CTR.

Les mesures poden ser les següents:

- ◆ Recobrir amb material aïllant el paviment interior del CTR.
- ◆ Construir una vorera perimetral o en la zona d'accessos, que aporti una elevada resistivitat superficial, fins i tot després d'haver plogut.

10 SENYALITZACIONS I MATERIAL DE SEGURETAT

Els CTR compliran les següents prescripcions:

- ◆ A les portes d'accés al CTR es fixarà el cartell amb el corresponent senyal triangular distintiu de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1.410, model CE-14 amb ròtül adicional *Alta Tensió. Risc elèctric*.
- ◆ A l'exterior i a l'interior del CTR, figurarà el número d'identificació del CTR. La identificació s'efectuarà mitjançant una placa normalitzada per FECSA ENDESA.
- ◆ A les portes i pantalles de protecció s'hi col·locarà el senyal triangular distintiu de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1.410, model AE-10.
- ◆ El quadre de BT portarà també el senyal triangular distintiu de risc elèctric adhesiu, equipat de fàbrica.
- ◆ El senyal CR 14 de Perill Tensió de Retorn s'instal·larà en el cas que existeixi aquest risc.
- ◆ En un lloc ben visible, a l'interior del CTR, es posarà un cartell amb les instruccions de primers auxilis a prestar en cas d'accident, i el seu contingut es referirà a la respiració boca a boca i al massatge cardíac extern. La mida serà com a mínim UNE A-3.
- ◆ També es posarà qualsevol altra senyalització que l'empresa distribuïdora consideri oportuna per a una millor operació i seguretat de les seves instal·lacions, com "les cinc regles d'or", etc..

11 NORMES DE REFERÈNCIA

- UNE-EN 50180 Connectors endollables per a transformadors de distribució.
- UNE-EN 60076 Transformadors de potència. Escalfament.
- UNE-EN 60099 Parallamps d'òxids metàl·lics.
- UNE 21015 Terminals i unions per a cables d'energia de 3,5/6 fins a 36,6/60 kV.
- UNE 21021 Peces de connexió per a línies elèctriques fins a 72,5 kV.
- UNE 21022 Conductors de cables aïllats.
- UNE 21086 Colors i signes distintius del sentit rotacional de fases en corrent alterna i polaritats en corrent continua.
- UNE 21120 Tallacircuits fusibles d'alta tensió limitadors de corrent.
- UNE 21320(5) Fluids per a aplicacions electrotècniques. Prescripcions per a olis minerals aïllants nous per a transformadors i aparellatge de connexió.
- UNE 21428-1 Transformadors trifàsics per a la distribució en baixa tensió de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, amb tensió més elevada per al material de fins a 36 kV.
- UNE 23727 Assaigs de reacció al foc dels materials de construcció. Classificació dels materials utilitzats en la construcció.
- AMYS 1.4-10 Plaques de senyalització de seguretat relacionades amb l'electricitat. Tipus normalitzats i ús.
- [GE AND001](#) Suports de perfils metàl·lics per a línies elèctriques fins a 30 kV.
- [GE AND010](#) Conductors nus per a línies aèries fins a 30 kV.
- [GE AND015](#) Parallamps d'òxids metàl·lics sense explosors per xarxes MT fins a 36 kV.
- [GE CNL001](#) Cables unipolars per a xarxes subterrànies de distribució de tensió assignada 0,6/1 kV.
- [GE DND001](#) Cables aïllats per a xarxes subterrànies d'alta tensió fins a 30 kV.
- [GE FGH003](#) Guia Tècnica de condicions per a centres de transformació prefabricats de formigó tipus superfície – Model Rural–
- [GE FND001](#) Transformadors trifàsics per a distribució en baixa tensió classes B2 i B1B2.
- [GE FNH001](#) Centres de transformació prefabricats de formigó tipus superfície.
- [GE FNH003](#) Centres de transformació prefabricats de formigó tipus superfície – Model Rural–
- [GE FNZ001](#) Quadres modulars de distribució per a centres de transformació.
- [GE FPH106](#) Condicions generals d'instal·lació de CT de superfície.
- [GE NNZ035](#) Piques cilíndriques per posada a terra