

ANNEXOS

ANNEX 3

Càlculs elèctrics

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
2. PONTS ENTRE CEL·LES EB-14	3
2.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE	3
2.2. CAIGUDA DE TENSÍO	4
2.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT	4
3. PONT TRAFO	5
3.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE	5
3.2. CAIGUDA DE TENSÍO	6
3.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT	6
4. PONT GRUP ELECTROGEN	6
4.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE	7
4.2. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT	7
5. DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ	8
6. POSADA A TERRA	8
7. CÀLCUL CAMP MAGNÈTIC (CEM)	8
7.1. PONTS LÍNIES DE 25 KV ENTRE CEL·LES.....	9
7.2. PONTS LÍNIES DE 25 KV PRIMARI TRAFO.....	10

CÀLCULS ELÈCTRICS MT

1. INTRODUCCIÓ

Al present annex es recullen els càlculs de les línies de MT previstes al projecte.

La instal·lació consta d'un sol transformador de 1250kVA, i relació de transformació 25/400 kV.

Es determina la secció de les línies mitjançant càlcul segons tres criteris:

- Intensitat màxima admissible
- Caiguda de tensió
- Intensitat de Curtcircuit

2. PONTS ENTRE CEL·LES EB-14

Els ponts entre les cel·les del EB-14, aniran col·locats a l'aire .

Es preveu utilitzar cables tipus AL RH5Z1, conductor d'alumini de 18/30 kV. La secció que es preveu per a aquesta línia és de 240 mm².

Les característiques principals del cable de 240 mm² Al son les següents:

- R_{90°} = 0.161 Ω/km
- X_{50Hz} = 0.126 Ω/km
- Capacitat = 0.214 μF/km
- Φ ext = 40,3 mm
- I_{adm} (ITC LAT 06) = 320 A (sota tub)/345 A (directament enterrat)/ 455 A (a l'aire)

2.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE

En un sistema trifàsic, la intensitat d'Alta Tensió en el primari I_p ve determinada per la següent expressió:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

La tensió nominal de la EB-14 és de 25 kV i la potència serà la d'un transformador de 1.250 kVA. i es realitza el càlcul per a aquesta potència.

Així, la intensitat nominal serà:

$$I = \frac{1.250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 25 \text{ kV}} = 28,87 \text{ A}$$

La intensitat nominal de les cel·les existents i les noves serà de 630 A, superior a la intensitat calculada.

Per tal de determinar la intensitat màxima admissible del cable escollit cal considerar els factors de reducció deguts a les condicions d'instal·lació i del terreny, determinades per la ITC LAT 06.

D'acord amb la taula 6 del ITC-LAT 06, la intensitat màxima que suporta el cable RHZ1 18/30 kV 1x240 Al en instal·lació a l'aire és de 455 A.

Secció (mm ²)	XLPE	
	Cu	Al
95	335	255
120	385	295
150	435	335
185	500	385
240	590	455
300	680	520
400	790	610

S'estén un sol circuit format per 3 cables, de manera que el coeficient d'agrupament de circuits també es considera 1 (taula 10 de la ITC LAT 06). Pel que fa a la profunditat d'instal·lació la taula 11 de la ITC LAT 06 no es considera, ja que els cables aniran instal·lats a l'aire.

Instal·lació a l'aire Taula 13	Taula 10 Agrupació	Taula 11 Profunditat	Intensitat Final Admissible [A]	Potència aparent [kVA]	Densitat de corrent [A/mm ²]
455	1	-	455	19702,08	1,90

$$I_p = 28,87 \text{ A} < 455 \text{ A} = I_{\text{màx. Admissible}}$$

Per tant, la intensitat màxima admissible del cable de 455 A es considera suficient per alimentar els ponts de les cel·les de la EB-10.

2.2. CAIGUDA DE TENSIÓ

En el cas de la mitja tensió, les caigudes de tensió a les línies acostumen a ser poc significatives a efectes de determinar la secció del cable. En aquest cas, també cal considerar que es calcula la instal·lació dels ponts que connecten les diferents cel·les del CT. Per tant, al ser la longitud tan reduïda, no es considerarà aquest càlcul.

2.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT

En primer lloc es calcula la intensitat de curt circuit, utilitzant una potència de curt circuit 500 MVA, que és la permesa per la companyia subministradora.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{500 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 25 \text{ kV}} = 11,55 \text{ kA}$$

S_{cc} = Potència de curt circuit de la xarxa (kVA)

U = Tensió de servei (kV)

Secció mínima del conductor necessària per suportar el curt circuit:

$$S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{k} = \frac{11,55 \text{ kA} \times \sqrt{0,5 \text{ seg}}}{93 \text{ A/mm}^2} = 88 \text{ mm}^2$$

t = Temps de durada de la falta (seg.)

k = Constant per a conductors de Al: 93 A/mm²

I_{cc} = Intensitat de curt circuit (kA)

$$S_{min\ c.c.} = 88 < 240mm^2 = S_{instal·lada}$$

El cable 18/30 kV 240 Al admet una intensitat de curt circuit de 31,6 kA, superior a la calculada.

3. PONT TRAFQ

Els ponts que connecten la cel·la amb el transformador amb una potència de 1250 kVA, aniran col·locats a l'aire.

Es preveu utilitzar cables tipus N2XSJ, conductor de coure de 18/30 kV. La secció que es preveu per a aquesta línia és de 95 mm².

Les característiques principals del cable de 95 mm² Cu son les següents:

- R_{90°} = 0.247 Ω/km
- X_{60Hz} = 0.150 Ω/km
- Capacitat = 0.177 μF/km
- Φ ext = 37 mm
- I_{adm} (ITC LAT 06) = 245 A (sota tub)/ 265 A (directament enterrat)/ 335 A (a l'aire)

3.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE

En un sistema trifàsic, la intensitat d'Alta Tensió en el primari I_p ve determinada per la següent expressió:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

La tensió nominal dels ponts del primari del transformador és de 25 kV i la potència serà de 1.250 kVA.

Així, la intensitat nominal serà:

$$I = \frac{1.250\ kVA}{\sqrt{3} \cdot 25kV} = 28,87\ A$$

Per tal de determinar la intensitat màxima admissible del cable escollit cal considerar els factors de reducció deguts a les condicions d'instal·lació i del terreny, determinades per la ITC LAT 06.

D'acord amb la taula 6 del ITC-LAT 06, la intensitat màxima que suporta el cable N2XSJ 18/30 kV 1x95 Cu en instal·lació a l'aire és de 335 A.

Secció (mm ²)	XLPE	
	Cu	Al
95	335	255
120	385	295
150	435	335
185	500	385
240	590	455
300	680	520
400	790	610

S'estén un sol circuit format per 3 cables, de manera que el coeficient d'agrupament de circuits també es considera 1 (taula 10 de la ITC LAT 06). Pel que fa a la profunditat d'instal·lació la taula 11 de la ITC LAT 06, no es considera ja que els cables aniran instal·lats a l'aire.

Instal·lació a l'aire Taula 13	Taula 10 Agrupació	Taula 11 Profunditat	Intensitat Final Admissible [A]	Potència aparent [kVA]	Densitat de corrent [A/mm ²]
335	1	-	335	14505,93	1,40

$$I_p = 28,87 \text{ A} < 335 \text{ A} = I_{\text{màx. Admissible}}$$

Per tant, la intensitat màxima admissible del cable de 335 A es considera suficient per alimentar els trafos de 1.250 kVA.

3.2. CAIGUDA DE TENSIÓ

En el cas de la mitja tensió, les caigudes de tensió a les línies acostumen a ser poc significatives a efectes de determinar la secció del cable. En aquest cas, també cal considerar que es calcula la instal·lació dels ponts que connecten les cel·les amb els Transformadors. Per tant, al ser la longitud tan reduïda, no es considerarà aquest càlcul.

3.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT

En primer lloc es calcula la intensitat de curt circuit, utilitzant una potència de curt circuit 500 MVA, que és la permesa per la companyia subministradora.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{500 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 25 \text{ kV}} = 11,55 \text{ kA}$$

S_{cc} = Potència de curt circuit de la xarxa (kVA)

U = Tensió de servei (kV)

Secció mínima del conductor necessària per suportar el curt circuit:

$$S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{k} = \frac{11,55 \text{ kA} \times \sqrt{0,5 \text{ seg}}}{143 \text{ A/mm}^2} = 57 \text{ mm}^2$$

t = Temps de durada de la falta (seg.)

k = Constant per a conductors de Cu: 143 A/mm²

I_{cc} = Intensitat de curt circuit (kA)

$$S_{\text{mín c.c.}} = 57 < 95 \text{ mm}^2 = S_{\text{instal·lada}}$$

El cable 18/30 kV 95 Cu admet una intensitat de curt circuit de 19,2 kA, superior a la calculada.

4. PONT GRUP ELECTROGEN

El pont que connecta el quadre general de baixa tensió amb el grup electrogen amb una potència de 1250 kVA, anirà col·locat a l'aire.

Es preveu utilitzar cables amb conductor de coure de 0,6/1 kV. La secció que es preveu per a aquesta línia és de 240 mm².

Les característiques principals del cable de 240 mm² Cu son les següents:

- $R_{90^\circ} = 0.801 \, \Omega/\text{km}$
- $X_{60\text{Hz}} = 0.09 \, \Omega/\text{km}$
- $I_{\text{adm}} \text{ (ITC LAT 06)} = 590 \text{ A (a l'aire)}$

4.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE

En un sistema trifàsic, la intensitat d'Alta Tensió en el primari I_p ve determinada per la següent expressió:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

La tensió nominal dels ponts del secundari del transformador és de 400 V i la potència serà de 1.250 kVA.

Així, la intensitat nominal serà:

$$I = \frac{1.250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 1804,22 \text{ A}$$

El tipus de conductor que s'utilitzarà és 0,6/1 kV 1 x 240 Cu. Aquest conductor admet una intensitat màxima de 590 A. Per tant, el número de conductors per fase necessaris serà:

$$n^{\circ} \text{conductors} = \frac{I_s}{I_{\text{màx adm}} \cdot k_s \cdot k_t}$$

I_s = Intensitat en el secundari.

$I_{\text{màx. adm}}$ = Intensitat màxima admissible pel conductor.

k_s = Coeficient d'agrupació = 0,8

k_t = Coeficient de dissipació tèrmica, en funció de la temperatura ambient = 1

Aplicant els valors obtenim

$$\text{Núm. de conductors} = 3,82 \rightarrow 4$$

El pont d'unió entre el grup electrogen de 1.250 kVA i el quadre de baixa tensió es realitzarà amb cable de coure de secció 4x(4x1x240) mm² per al conjunt de les fases i pel neutre.

4.2. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT

La intensitat de curtcircuit màxima que hauran de suportar els conductors de baixa tensió, és a dir, els conductors que van de cada un dels transformadors al quadre de baixa tensió és:

$$I_{CCS} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{e_{CC}}{100} \cdot U_s}$$

I_{CCS} = Intensitat de curtcircuit en el secundari (kA)

S = Potència del transformador (kVA)

e_{CC} = tensió de curtcircuit (%)

U_s = tensió nominal del secundari

$$I_{CCS} = \frac{1.250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times \frac{6}{100} \times 400 \text{ V}} = 30,07 \text{ kA}$$

La intensitat de curt circuit equivalent per un temps de 0,5 segons és:

$$I_{CCeq} = 30,07 \times \sqrt{t} = 30,07 \text{ kA} \times \sqrt{0,5 \text{ seg}} = 21,26 \text{ kA}$$

t = Temps de duració de la falta (seg)
 I_{ccq} = Intensitat de curtcircuit equivalent (kA)

La intensitat de curtcircuit que pot suportar un conductor 0,6/1kV 1x240 K Cu durant 0,5 seg, és de 31,6 kA. Per tant, un sol conductor seria suficient per suportar l'efecte del curtcircuit.

$$I_{ccq} = 21,26 \text{ kA} < 48,53 \text{ kA} = I_{cc} \text{ màx.}$$

5. DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ

La ventilació és existent i per circulació natural d'aire a través de finestres practicades en els paraments, portes o ambdues.

La ventilació natural té per objecte dissipar per convecció l'energia calorífica produïda pel transformador quan es troba treballant en condicions nominals.

La convecció natural es produeix per una variació de la densitat de l'aire que envolta al transformador. Aquesta variació de densitat és deguda a la variació de temperatura provocada per l'escalfament del transformador.

En el centre de distribució el transformador és existent i està legalitzat. No s'afegeix cap altre transformador a la instal·lació tan sols les cel·les identificades en els anteriors apartats, és a dir, no hi ha cap nou transformador ni variació de potència pel que la ventilació va ser calculada i legalitzada per la potència actual en l'anterior legalització d'instal·lació del trafo actual.

6. POSADA A TERRA

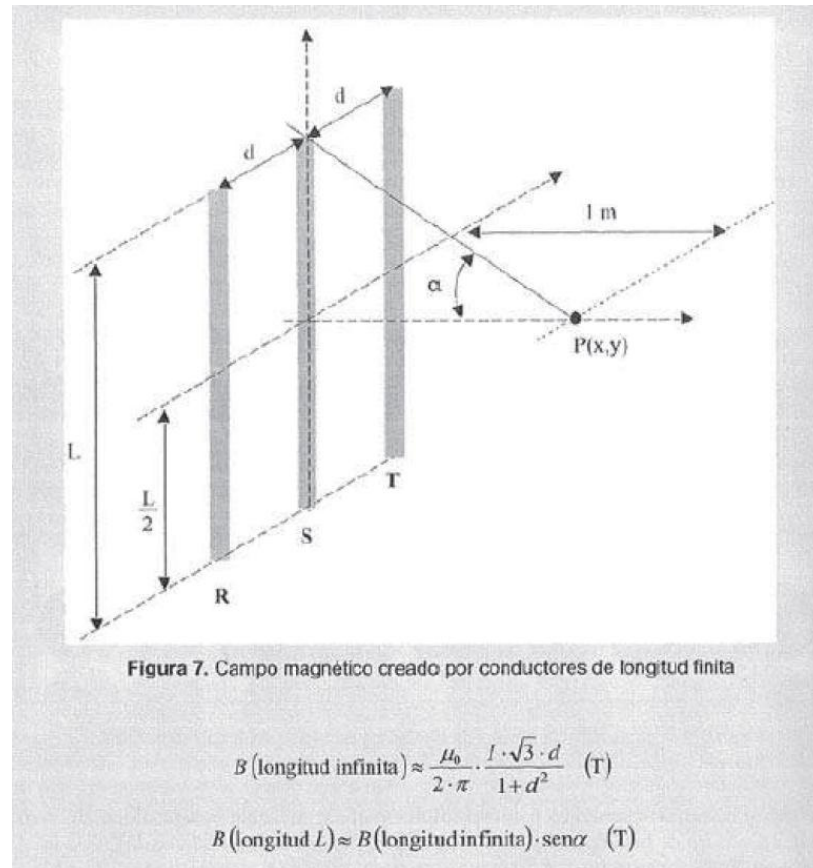
La xarxa de posada a terra és existent. Un cop finalitzada la instal·lació i connectats tots els elements a aquesta es faran les comprovacions, i les mesures per verificar el compliment de la ITC-RAT 13.

7. CÀLCUL CAMP MAGNÈTIC (CEM)

Es calcula el CEM en els trams de la instal·lació del Centre de transformació que es consideren més desfavorables. Aquests trams aeris de les línies de MT (25KV) i de Baixa Tensió, d'entrada i sortida al transformador. El tram de conductors de MT és de sortida de cel·la i alimentació al Transformador, la separació entre els conductors es considera de 0,2 metres. La mesura calculada és la considerada a 1 metre de distància dels conductors.

El valor del camp magnètic generat per un circuit trifàsic de longitud infinita es redueix considerablement sempre i quan considerem la longitud real del circuit. Així doncs, pel següent càlcul només es considerarà el tram més desfavorable i objecte d'aquest estudi.

L'expressió matemàtica que aplicarem a l'estudi del camp magnètica és l'equació de Biot i Savart, ens diuen que:



A on:

Freqüència = 50 Hz

B = Camp magnètic

• μ_0 = permeabilitat magnètica de l'aire ($\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$)

I = Intensitat màxima que circula pel conductor

D= Distància entre conductors

L= Longitud real del circuit

7.1. PONTS LÍNIES DE 25 KV ENTRE CEL·LES

Els valors considerats son els següents:

d = 0,2 metres

Intensitat de MT = 28,87 A

L = 2 metres

Per una longitud infinita de:

$$B = \frac{\mu_0}{2 \times \pi} \times \frac{I \times \sqrt{3} \times d}{1 \times d^2}$$

B (Longitud infinita) = 4,8100 μT

Per a una longitud infinita: B (Longitud finita) = B (Longitud infinita) * sen α

$$\text{Sen } \alpha (2\text{m.}) = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 1^2}} = 0,70710$$

$$B (\text{Longitud finita, 6m.}) 4,8100 \times 0,70710 = 3,4010 \mu\text{T} < 100 \mu\text{T}$$

7.2. PONTS LÍNIES DE 25 KV PRIMARI TRAFO

Els valors considerats son els següents:

d = 0,2 metres

Intensitat de MT = 28,87 A

L = 12 metres

Per una longitud infinita de:

$$B = \frac{\mu_0}{2 \times \pi} \times \frac{I \times \sqrt{3} \times d}{1 \times d^2}$$

$$B (\text{Longitud infinita}) = 1,9208 \mu\text{T}$$

Per a una longitud infinita: B (Longitud finita) = B (Longitud infinita) * sen α

$$\text{Sen } \alpha (10\text{m.}) = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 1^2}} = 0,98639$$

$$B (\text{Longitud finita, 6m.}) 1,9208 \times 0,98639 = 1,8947 \mu\text{T} < 100 \mu\text{T}$$