



Servei de Projectes



CODI PROJECTE
PPT_16080699B-10

Tipus de Projecte

ASSISTÈNCIA TÈCNICA

Títol del Projecte

**ASSISTÈNCIA TÈCNICA PER A LA IMPLEMENTACIÓ DE L'ESTÀNDARD
IEC 61850 A LA XARXA DE SUBCENTRALS DE FMB**

Xarxa	Línia	Àmbit	Ubicació
METRO	TOTES	ENE	MÚLTIPLE

Terme Municipal

BARCELONA

Documents	Exemplar	Tom	Data de redacció
PRESCRIPCIONS TÈCNiques	1	1	JULIOL 2025

ÍNDICE GENERAL

1.	ANTECEDENTS _____	3
2.	OBJECTE _____	3
3.	ABAST _____	4
4.	CREACIÓ DEL PERFIL DIGITAL _____	4
5.	DESENVOLUPAMENT DE LA PRIMERA SUBESTACIÓ DIGITAL _____	7
6.	PLA DE FORMACIÓ I CAPACITACIÓ _____	9
7.	LLICENCIAMENT SOFTWARE _____	10
8.	CRITERIS MEDIAMBIENTALS _____	11
9.	PRESSUPOST _____	12

1. ANTECEDENTS

El sistema elèctric de la xarxa convencional de FMB està compost per 33 subcentrals i 148 Centres de Transformació que distribueixen l'energia, per una banda, als equips de tracció i per l'altra, als equips instal·lats a les estacions, cotxeres i tallers de TMB.

El Control i Protecció a nivell energètic es va anar desenvolupant al llarg dels anys, segons el creixement vegetatiu i segons les ampliacions de línies, amb les tecnologies existents a cada etapa. Això comporta un parc d'equipament divers, tant al hardware com al software, tecnologies i desenvolupaments diferents, cosa que complica la gestió del manteniment i d'estocs, així com de les actualitzacions de les versions de software i de l'envelliment dels seus components, estant molts d'ells obsolets, sense disposició de recanvis.

Actualment hi ha una dependència cap a determinades empreses integradores de sistemes, que van ser les desenvolupadores originals dels sistemes de Control i Protecció, que fa que qualsevol modificació sobre el sistema hi hagi de ser contractada. Aquesta dependència no sols implica costos elevats, sinó també temps de resposta excessius. Els sistemes a renovar han de ser reemplaçats per altres oberts i amb propietat intel·lectual de FMB per eliminar aquestes dependències.

Per tot això, cal afrontar una reforma de la tecnologia al Control i Protecció de les instal·lacions d'energia, a nivell de SC i CTs, a les línies de FMB amb aquestes premisses:

- Basat en un estàndard, per a aquestes instal·lacions és aplicable la norma IEC 61850, que inclou una millor interoperabilitat entre dispositius de diferents fabricants, més flexibilitat en el disseny de sistemes i una gestió més eficient de la informació operativa. És a dir, desenvolupar una arquitectura de control i protecció, basada en la norma IEC 61850, que permeti la compatibilitat i instal·lació de diferents marques i tecnologies sense perjudici de les funcionalitats previstes.
- FMB ha de ser propietari dels diferents programaris de Control i Protecció a utilitzar a les comunicacions entre el seu equipament, evitant la propietat exclusiva dels diferents tecnòlegs. Per això ha de desenvolupar el seu propi Programari i procés de comunicació.

2. OBJECTE

L'objecte del present document es definir el abast per la Assistència Tècnica per desenvolupar l'arquitectura i el software necessari per, en el futur, implementar la norma IEC 61850 a la Xarxa de Subcentrals i Centres de Transformació de FMB.

Per aconseguir aquest objectiu, és necessària la participació d'una Assistència Tècnica externa amb una forta experiència en la norma esmentada i en la seva implementació en xarxes elèctriques d'Alta Tensió.

L'empresa que realitzi aquesta Assistència Tècnica per FMB, amb la fi de de preservar la independència tecnològica i la integritat de la consultoria a realitzar, i que tots els fabricants puguin concórrer a les posteriors licitacions d'obres de migració de control distribuït cap al nou estàndard en les mateixes condicions de competència ha d'haver desenvolupat la solució proposada, ha de garantir que aquesta pot ser implementada per qualsevol fabricant i gama d'equips que suportin la norma IEC 61850 i que el servei inclourà exemples d'esquemes d'implementació amb un mínim de 3 fabricants diferents.

A l'uníson, per concloure amb èxit aquesta implementació, cal la formació tècnica del personal intern de FMB a la norma IEC 61850, així com en el desenvolupament de l'enginyeria de control i protecció de la subestació, i finalment l'acompanyament en la implementació i les proves de les primeres instal·lacions per tal de garantir que l'obra executada realment respongui al nou estàndard creat. Tot això formarà part d'un objectiu comú i indivisible de l'assistència tècnica necessària.

El desenvolupament de les diferents fases del projecte (Enginyeria, Implementació i Proves) i la Formació a cada fase es desenvoluparan conjuntament entre el personal de l'Assistència Tècnica i el personal tècnic especialista d'FMB.

3. ABAST

Aquesta Assistència Tècnica es basa en el desplegament de la primera instal·lació digital a IEC 61850. Amb les fites següents:

- Creació d'un perfil digital, per al modelatge de dades i l'arquitectura del sistema, independent de cap fabricant. Definició de les especificacions particulars d'una Subcentral (SC) i d'un Centre de Transformació (CT) sobre IEC 61850 per a FMB.
- Supervisió de l'enginyeria de desenvolupament de l'IEC 61850 aplicat a les SC i els CT de FMB.
- Llicenciamnt del programari necessari per a la implementació.
- Pla de Formació Tècnica de la Norma IEC 61850 i la seva aplicació al Control i Protecció de les SC de FMB per part del personal, en les fases d'enginyeria, Implementació en camp i proves.

En el desenvolupament del servei es tindrà en consideració la norma IEC 62351 – Seguridad en la Comunicació de Sistemas Energéticos, a banda de la pròpia IEC 61850.

4. CREACIÓ DEL PERFIL DIGITAL

El procés de creació d'un perfil digital propi de FMB garanteix la interoperabilitat entre fabricants i simplifica el procés d'implementació, ja que es disposarà d'una plantilla i d'un perfil, per comparar les característiques de cada equip.

A nivell intern de FMB permet un major control i gestió dels equips i del software a instal·lar amb les noves tecnologies, de manera que guanya control sobre els nous projectes en totes les fases, enginyeria, execució, explotació i manteniment. Això permet desenvolupar els projectes de manera que obtingueu tot el potencial de reducció de costos d'aquesta nova tecnologia.

Aquest procés comptarà amb tres fases:

- Estudi de mercat actualitzat
- Model de dades i Arquitectura
- Especificació d'enginyeria IEC 61850 i proves digitals

a. Fase I. Estudi de mercat actualitzat

En aquesta fase es realitzarà un estudi de mercat per identificar els productes de control i protecció (IED's) que suporten la darrera versió de l'IEC 61850 de què disposen els principals fabricants i s'elaborarà un inventari actualitzat amb les característiques de tots ells. Per fer-ho, la consultoria

adjudicatària traslladarà consultes en representació de FMB als diferents fabricants i documentarà adequadament les respostes rebudes.

Aquesta fase és especialment rellevant per garantir que l'estàndard de subestació digital que es defineixi pugui ésser implementat per qualsevol dels principals fabricants.

b. Fase II. Model de dades i arquitectura

Model Funcional.

Revisió de la informació existent, definició de Nodes lògics, objectes, atributs i definició de l'arquitectura funcional.

Definició del contingut dels Nodes Lògics, objectes i atributs necessaris per garantir el funcionament correcte i la interoperabilitat, així com l'especificació de l'arquitectura del sistema d'automatització.

Documentació a generar:

- Llista de documents lliurats a les diferents reunions
- Llista de Nodes Lògics assignats a cada baia
- Taules Excel amb el contingut de cada Node Lògic mostrant els objectes requerits
- Taules Excel dels CDC mostrant els atributs requerits
- Arquitectura del sistema d'automatització Indicant els Nodes Lògics requerits a cada IED

Arxius SCL.

Realització dels fitxers SCL que descriuen el model de dades de cadascun dels Nodes Lògics especificats a la tasca anterior i els fitxers d'especificació de cadascun dels IED especificats a l'arquitectura.

Documentació a generar:

- Fitxer SCL d'especificació del model de dades de cadascun dels Nodes Lògics definits a la tasca anterior.
- Fitxer d'especificació per a cadascun dels IED del sistema d'automatització

Informe final del Model Funcional.

Realització del document tècnic del perfil de dades i dels fitxers SCL que el descriuen segons la norma amb l'abast indicat.

Documentació a generar:

- Document del perfil que recopila i descriu detalladament els resultats de les tasques anteriors.

c. Fase III. Especificació d'enginyeria IEC 61850 i proves digitals

Picoms

Realització dels Picoms (Pieces of Communications) que defineixen la funcionalitat digital de la subestació digital.

Documentació a generar:

- Diagrama dels Picoms que defineixen la funcionalitat del sistema d'automatització, realitzat al software específic llicenciat, referenciat més endavant.
- Llista dels Picoms generada mitjançant el software específic llicenciat

Senyals

Mapeig de senyals i conversió de Picoms a missatges Goose i Reportes. Generació dels fitxers d'especificació que inclouen la configuració de funcionament de l'enginyeria i elements per suportar proves digitals.

Documentació a generar:

- Diagrama de conversió de Picoms a missatges Goose i Reportes generat mitjançant el programari específic llicenciat.
- Llista de Picoms convertits generada mitjançant el programari específic llicenciat.
- Fitxers SCL d'especificació de cada IED del sistema d'automatització incloent-hi la configuració de funcionament resultat de la conversió de Picoms.

Informe

Especificació de la metodologia de proves de la subestació digital. Redacció del document final.

Documentació a generar:

- Cinc casos d'ús per a la realització de proves de la subestació digital
- Document final mostrant els resultats de la fase 2.

d. Previsió temporal

- | | |
|--|-------------|
| • Serveis FASE I, Model Funcional | 5 setmanes |
| • Serveis FASE I Arxius SCL | 5 setmanes |
| • Serveis FASE I Informe final del model funcional | 2 setmanes |
| • Serveis FASE II Picoms | 10 setmanes |
| • Serveis FASE II Senyals | 10 setmanes |
| • Serveis FASE II Informe | 10 setmanes |

Els terminis indicats són correlatius, amb revisió per part de FMB a cadascuna de les fases.

5. DESENVOLUPAMENT DE LA PRIMERA SUBESTACIÓ DIGITAL

a. Software a utilitzar

La modelització de la subestació es realitzarà amb el software Atlan Engineering 61850 o similar equivalent.

El programari Atlan és una eina per al disseny, configuració i documentació de subestacions elèctriques que compleixen amb l'estàndard IEC 61850. Està dissenyat per facilitar el treball amb aquest estàndard, permetent la gestió de la comunicació entre diferents dispositius a la subestació de manera gràfica i eficient.

En detall, Atlan és un conjunt d'eines que:

- Facilita el disseny i configuració:

Atlan permet als enginyers dissenyar i configurar sistemes de subestacions basats en IEC 61850 de forma visual, cosa que simplifica el procés i redueix errors.

- Genera fitxers de configuració:

Atlan genera els fitxers de configuració necessaris per a la implementació dels sistemes IEC 61850, incloent fitxers SCL (Substation Configuration Language), que són crucials per a la interoperabilitat entre diferents dispositius.

- Documenta el projecte:

Atlan ajuda a documentar tot el procés de disseny i configuració, cosa que facilita la gestió i el manteniment del sistema a llarg termini.

- És independent de proveïdors:

Atlan està dissenyat per ser compatible amb dispositius de diferents fabricants que compleixen amb l'estàndard IEC 61850, cosa que promou la interoperabilitat i la flexibilitat en la selecció d'equips.

- Integra tecnologies tradicionals amb IEC 61850:

Atlan permet integrar les tecnologies i les metodologies tradicionals d'enginyeria de subestacions amb la nova arquitectura IEC 61850.

b. Supervisió de l'enginyeria IEC 61850

La conformitat de l'enginyeria amb la norma i amb els criteris d'operació és un aspecte fonamental per assegurar la implementació de totes les funcions requerides, incloses les que facilitin el manteniment i les proves.

La supervisió de l'enginyeria d'una primera instal·lació digital de la xarxa de FMB inclou les etapes següents:

- Verificació que els fitxers icd dels equips del projecte són a norma i inclouen els Nodes Lògics i objectes necessaris per implementar la funcionalitat del Projecte.

-
- Revisió i validació de l'arquitectura del sistema d'automatització.
 - Revisió de la configuració de la xarxa local de subestació.
 - Revisió de l'enginyeria IEC 61850 incloent-hi la configuració de Reports i Goose.
 - Revisió de la documentació del projecte quant als aspectes relacionats amb la norma.

c. Desenvolupament i abast del treball

Es realitzarà una revisió de les especificacions de compra i es complementarà la documentació.

Revisió inicial.

- Presa de dades i descripció de la filosofia d'operació
- Revisió fitxers icd

Documentació a generar:

- Redacció de l'informe amb observacions

Revisió de l'enginyeria IEC 61850

- Revisió enginyeria digital. Lliurament d'informe comentaris i suggeriments per millorar de manteniment i proves
- Revisió documentació. Lliurament Informe de desviacions i absències

Assistència a les Proves FAT y SAT

Prèviament a l'assistència a les proves, caldrà fer una revisió dels protocols de prova FAT i SAT i l'elaboració d'informe corresponent amb inclusió de proves no previstes inicialment.

Un cop aprovat i validat el document de proves es realitzarà:

- Assistència a les proves FAT digitals
- Assistència a les proves SAT digitals.
- Elaboració de l'informe final resultat de les proves.

Material

Cal utilitzar el material necessari per al desenvolupament del contracte, sense caràcter restrictiu:

- a. Equips informàtics (hardware i software) compatibles amb els sistemes d'informàtics de FMB. Aquests han d'estar dotats de les eines de desktop necessàries per poder dur a terme la correcta execució del contracte (correu electrònic, Microsoft Office, videoconferències, etc.).
- b. Telèfon mòbil i portàtil
- c. Software de càlcul específic.
- d. Mitjans tecnològics per a la presa d'imatges i comunicació (fotografia i vídeo): telèfon, càmeres, impressores, etc.
- e. Equips de protecció individual necessaris per la activitat.

En definitiva, tot aquell mitjà material i tecnològic que sigui necessari per a la correcta execució del contracte

6. PLA DE FORMACIÓ I CAPACITACIÓ

L'assimilació dels nous conceptes inclosos a la sèrie de normes IEC 61850 requereix un procés gradual d'aprenentatge que permeti la creació de coneixement, combinant el coneixement del contingut de la norma i de les tecnologies associades amb la comprensió dels nous principis de funcionament, de la nova metodologia de treball i les relacions amb altres tecnologies de suport que formen part integral del disseny dels sistemes d'automatització de subestacions sota la norma IEC 61850.

Es preveu efectuar-lo en 4 mòduls amb el següent abast:

a. Mòdul I

- Introducció dels conceptes fonamentals de la norma IEC 61850.
- Es mostren els aspectes diferencials, les noves funcionalitats i els avantatges, així com els nous conceptes d'enginyeria i configuració.

b. Mòdul II

- Aprofundiment dels detalls de funcionament dels sistemes d'automatització IEC 61850.
- Ampliació dels coneixements específics de les tecnologies complementàries que són imprescindibles per dissenyar sistemes d'automatització.
- Funcionament i configuració per a la realització de projectes IEC 618650.
- Principi i funcionament de les xarxes locals, les consideracions específiques de disseny.
- Noves funcions de manteniment incloses a la norma, així com els criteris d'enginyeria que en garanteixen l'exercici i en faciliten el manteniment.

c. Mòdul III

- Desenvolupament dels aspectes pràctics per a la realització de projectes sota la norma IEC 61850, els procediments d'enginyeria que garanteixen l'exercici i la forma d'avaluar-lo, per a això s'utilitzen eina de software específic (tipus ATLAN i altres aplicacions).
- Considerar els aspectes específics de les tecnologies complementàries de les comunicacions i la seguretat informàtica.

d. Mòdul IV

- Desenvolupar les noves funcions de prova i manteniment: La correcta implementació del manteniment i el diagnòstic utilitzant les noves funcions associades.
- S'aprofundeix en els aspectes teòrics i pràctics dels requeriments quant a l'arquitectura d'automatització i l'exercici de les comunicacions.
- S'aprofundeix en el tipus de proves específiques de les subestacions digitals, el seu abast i la metodologia de planificació, així com els requeriments clau que facilitin les proves i el manteniment.

e. Terminis i resum

	Descripció	Contingut	Durada
Mòdul I	Introducció a la norma IEC 61850	Introducció als conceptes bàsics de la norma	5 Dies
Mòdul II	Sistemes d'automatització IEC 61850	Conceptes detallats de la norma i tecnologies complementàries	5 Dies
Mòdul III	Implementació subestació digital	Aspectes pràctics de la especificació i enginyeria de subestacions digitals IEC 61850	5 Dies
Mòdul IV	Nous aspectes de documentació proves i manteniment de subestacions digitals IEC 61580	Documentació del projecte i implementació de proves i detecció d' averies de forma automàtica en subestacions digitals IEC 61850	5 Dies

Els mòduls s'agendaran de forma discontinua segons disponibilitat. Per a més aprofitament s'espaiaran almenys 1 mes entre ells i es realitzaran en paral·lel amb la realització del Perfil Digital.

7. LLICENCIAMENT SOFTWARE

Per al correcte desenvolupament i implementació digital del Control i Protecció sota la norma IEC 61850, és imprescindible l'adquisició i l'ús d'un software específic, amb les llicències i el suport relacionats a continuació:

- Llicència bàsica de creació i documentació de projectes (Stand-Alone Edition). Inclou:
 - IED editor de connexió
 - Generació de fitxers de configuració SCL.
 - Generació de documents de projecte.
- Llicència per a especificació IEC 61850 (Stand-Alone Edition). Inclou:
 - Definició de model de dades IEC 61850
 - Creació d'arxiu SSD
 - Especificació de Picom i cablejat físic.
 - Especificació fitxers SCL per a cada IED.
- Llicència per a especificació IEC 61850 (Server Edition). Inclou:
 - Funcions de la versió stand-alone.
 - Funcionalitat empresarial per a creació de projectes i la seva administració en servidor.

Les característiques generals d'aquesta Plataforma de desenvolupament de subestacions digitals haurà d'integrar el cicle de vida del projecte:

- Especificació, Enginyeria, Documentació i Configuració i Integració de IEC 61850 amb les comunicacions
- Interoperabilitat amb qualsevol fabricant
- Generació automàtica de configuració i documentació
- Control d'errades i compliment de la norma
- Un entorn flexible per fer tot tipus d'especificació
- Especificacions amb el nivell de detall desitjat
- Entorn gràfic:
 - Disseny unifilar
 - Vistes personalitzables
 - Llibreria d'elements de subestació
 - Facilitats d'edició
 - Múltiples tipus de connexions
 - Facilitats de disseny
- Entorns de treball:
 - Enginyeria Bàsica. Mostra funcionalitat
 - Esquemes Enginyeria Bàsica. Documenta funcionalitat
 - Enginyeria Desenvolupada. Detalla la implementació
 - Esquemes Desenvolupats. Documenta implementació
 - Diagrames de detalls
- Informació de cablejat:
 - Descriu el cablejat real dels senyals
 - Permet definir les borneres de connexió
- Genera la documentació final
 - Permet seleccionar els documents a incloure
 - Permet definir el format de capítol, seccions, etc.
 - Genera un únic fitxer amb signatura digital que es pot emmagatzemar en una BD documental
 - Garanteix la integritat de la documentació

8. CRITERIS MEDIAMBIENTALS

En cas que sigui necessària la impressió de qualsevol document de treball, s'haurà de:

- Acordar amb TMB la impressió o no del mateix.
- Reduir el màxim possible el número de impressions, ajustant-les a les necessitats.
- Utilitzar paper 100% reciclat (excepte per plànols no imprimibles en DINA4 o DINA3).
- Imprimir els documents a doble cara i en blanc i negre (el color només s'utilitzarà en casos en els que no es pugui interpretar en blanc i negre)

Tots els documents de treball generats mitjançant el servei/projecte s'entregaran en format electrònic, preferentment per email o servidor

9. PRESSUPOST

• Per serveis de realització del Perfil Digital	56.380,00 €
• Per Consultoria (Revisió Inicial, Revisió de l'enginyeria IEC 61850 i Assistència a proves FAT i SAT)	46.400,00 €
• Per cursos de Capacitació	39.600,00 €
• Per llicenciament programari sobre norma IEC 61850	16.900,00 €
TOTAL PRESSUPOST	159.280,00 €

Firmat:

Ivan Blanco Caro

Responsable tècnic de Projectes i Obres d'instal·lacions d'Alta Tensió i tracció