

**Universidad Nacional del Este**

**Facultad Politécnica**

**Carrera de Ingeniería Eléctrica**

**Diseño del modelo IEC 61850 del regulador de  
velocidad de una unidad generadora típica de la  
Central Hidroeléctrica Itaipu.**

Presentado a la Facultad Politécnica en cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el grado de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional del Este.

por

**David Daniel Pérez Sosa**

Orientador: Prof. Ing. Enrique Ramón Chaparro Viveros, D.Sc.

Co-orientador: Prof. Ing. Juan Manuel Ramirez Duarte.

Co-orientador: Prof. Ing. Rodrigo Andrés Ramos, M.Sc.

Co-orientador: Prof. Ing. Ladislao Aranda Arriola, M.Sc.

**Ciudad del Este, Alto Paraná, Paraguay**

**Diciembre de 2010**

©David Daniel Pérez Sosa, 2010 - 2012. Todos los derechos reservados.

Certifico que el presente Trabajo Final de Grado titulado “Diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu” ha sido realizado por David Daniel Pérez Sosa, bajo mi orientación.

El mismo es producto del esfuerzo personal y original del graduando, de lo que doy fe y en mi opinión reúne los méritos para su aprobación y defensa ante la mesa examinadora designada por la institución.

Ciudad del Este,.....de.....de 2012

.....

Prof. Ing. Enrique R. Chaparro V., D.Sc.  
Orientador de Trabajo Final de Grado

Nosotros, los miembros de la Mesa Examinadora del Trabajo Final de Grado de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este, hacemos constar que el presente Trabajo Final de Grado titulado “Diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu” ha sido evaluado en forma y evaluado por esta Mesa, la que por ..... ha resuelto conceder la calificación .....

Ciudad del Este, ..... de ..... de 2012.

.....  
Prof.  
Miembro de la Mesa Examinadora

.....  
Prof.  
Miembro de la Mesa Examinadora

.....  
Prof.  
Miembro de la Mesa Examinadora

# **Diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica**

**Itaipu**

por

David Daniel Pérez Sosa

Presentado a la Facultad Politécnica en cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el grado de Ingeniero Electricista

## **Resumen**

La norma internacional IEC 61850 es una de las referencias más importantes para los sistemas de comunicación de automatización industrial. La misma se aplica principalmente a los sistemas y redes de comunicación en subestaciones de potencia, con una penetración creciente en distintas áreas eléctricas, tales como centrales hidroeléctricas. Esta norma promueve la interoperabilidad sustentable entre los dispositivos utilizados en este contexto (IEDs). La norma IEC 61850 está diseñada utilizando una pila de protocolos de comunicación basados en Ethernet y define el proceso de configuración de los dispositivos a través de un lenguaje de configuración basado en XML y en el paradigma orientado a objetos, proveyendo un modelo normalizado (Nodos Lógicos) para la representación de toda la información del sistema. Utiliza, además, técnicas avanzadas de comunicación con interfaces abstractas de alto nivel que simplifican el diseño, para abordar la gestión de datos y simplificar la integración de aplicaciones.

Dado que la Central Hidroeléctrica Itaipu se encuentra en pleno proceso de actualización tecnológica, los estudios referentes a la modernización de la central son de suma importancia. Este trabajo presenta el diseño del modelo IEC 61850 del sistema de regulación de velocidad de las unidades generadoras de la Itaipu, identificando el proceso de ingeniería IEC 61850 adecuado a la capacidad de implementación de la norma por parte de los fabricantes de IEDs, y buscando la armonía con padrones de proyecto utilizados para la actualización tecnológica de la Itaipu.



*Me gustaría dedicar este trabajo de investigación a toda mi familia.*



# Declaración de originalidad de este trabajo de investigación

Yo, David Daniel Pérez Sosa, declaro que este Trabajo Final de Grado titulado *Diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu* no contiene materiales que han sido publicados previamente, en forma completa o en partes, para la obtención de ningún otro grado académico o diploma.

Salvo donde indico lo contrario, esta investigación es fruto de mi propio trabajo.

Autor .....

David Daniel Pérez Sosa

# Agradecimientos

Agradezco infinitamente a las siguientes personas:

A Dios Todopoderoso, por iluminar mi vida con su amor y gracia.

A mi familia, por ser maravillosamente buenos conmigo, por apoyarme siempre. A mis padres, Teresa y Daniel, les agradezco por todo su apoyo y espero honrrales siempre. A mis hermanitos y hermanitas, Diana, Alexis, Noelia, Beatriz, Rubén, y María José que no está presente físicamente, por ser los motores que me impulsan a crecer como estudiante.

A mi orientador por parte de la Itaipu, el Ingeniero Ladislado Aranda Arriola, del área de ingeniería de la Itaipu Binacional, especialista en la norma IEC 61850, quien me ha iniciado en la norma IEC 61850 proveyéndome materiales bibliográficos adecuados, acceso a las documentaciones que sean necesarias, y dándome valiosas directrices para la elaboración del anteproyecto que definió el rumbo de este trabajo. Muchas gracias por confiar en mi persona.

A mi orientador por parte de la Itaipu, el Ingeniero Rodrigo Andrés Ramos Galeano, del área de ingeniería de la Itaipu Binacional, especialista en la norma IEC 61850, por su amistad, y por todo el apoyo que me ha ofrecido durante la elaboración de este trabajo. Sin su ayuda este trabajo no se hubiera hecho realidad. Sin duda, su excelencia profesional me sirve de inspiración en mi formación.

Al Ingeniero Juan Manuel Ramirez Duarte mi orientador por parte de la Facultad Politécnica, por incentivar me a estudiar la norma IEC 61850, por su paciencia y todo su apoyo profesional durante la elaboración de este trabajo.

Quisiera nombrar de manera especial a la Lic. Lidia Benitez de Pérez, decana de la Facultad Politécnica, y al Dr. Sebastián Arce, miembro del Centro de Investigación de la facultad, quienes han apoyado la realización de trabajo. Gracias a líderes como la Lic. Lidia y el Dr. Arce, que apoyan las investigaciones sobre electrotecnología, nuestro país saldrá adelante.

Esta investigación ha tenido el apoyo, en parte, de la Fundación Parque Tecnológico Itaipu. Muchas gracias a todos los directivos por haber disponibilizado los recursos



del PTI, por el viaje al Seminario del Sector Eléctrico Paraguayo, al Seminario Nacional de Producción y Transmisión de Energía Eléctrica del Brasil, y por el acceso al portal de la Capes.

A mi tía, la Hermana Francisca Pérez, y el Ingeniero Hermenegildo Ferreira, quienes me han apoyado siempre en mis estudios, sin vosotros no hubiera podido llegar a ser ingeniero. Les debo muchísimo.

A mis profesores de la Facultad Politécnica, por todo lo que nos han enseñado durante la carrera, y en especial, a los profesores que me han enseñado los fundamentos teóricos previos más importantes para empezar a estudiar la norma IEC 61850 aplicada a Centrales Hidroeléctricas: Ing. Fernandez, profesor de Control y Estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia, Ing. Félix Barrios, profesor de Control y Servomecanismo I y II, Ing. Charles Santacruz, profesor de Protección, Control y Supervisión de Sistemas Eléctricos de Potencia, Ing. David Novasky, profesor de Java Avanzado, Ing. José Coppari, profesor de Programación Orientada a Objetos y XML.

A mis queridos compañeros y compañeras: Cristel, Elena, Fernando, Luis, Arrúa, gracias por vuestra amistad, y por vuestro aliento durante la elaboración de mi trabajo.

Al Dr. Sidney Viana, quien me ha enseñado aspectos importantes del método científico que he aplicado en este trabajo.

A Leslie Lamport y Donald Knuth, al *Massachusetts Institute of Technology*, y a @kocolosk de <https://github.com/>, por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, T<sub>E</sub>X, la clase *mitthesis.cls*, y el fork que realicé del layout de tesis de @kocolosk, gracias a ustedes me he divertido poco formateando mi trabajo.

A todos los internautas que comparten información en la red de manera altruista. Gracias a todos ustedes podemos hacer investigaciones de calidad desde Paraguay. Me han enseñado que juntos, compartiendo nuestro conocimiento en internet, cambiamos el mundo, construimos un mundo mejor.

Al profesor José Coppari, por haberme permitido asistir como oyente a las clases de tecnologías Java que tanto me ayudaron en este trabajo.

A mi primo Rodrigo Saldivar, por haber aclarado mis dudas sobre redes de com-

putadoras.

A mi colega Sergio Morel, por su valiosa ayuda para aprender a programar.

A Daisy, Mabel, Gaby, Luis, Liz, y Juan, por lo bien que la pasamos mientras elaboraba mi anteproyecto.

A mis followers de Twitter por los buenos momentos que pasamos mientras escribía mi trabajo.

He dejado de nombrar a muchas personas que me han dado su ayuda de una u otra forma para la culminación de este trabajo. Expreso mi más sincera gratitud a todas ellas.

# Índice general

<b>1. Informaciones generales</b>	<b>30</b>
1.1. Introducción . . . . .	30
1.2. Objetivos de la investigación . . . . .	32
1.2.1. Objetivos generales . . . . .	32
1.2.2. Objetivos específicos . . . . .	33
1.3. Justificativa . . . . .	33
1.4. Técnicas y metodología de investigación . . . . .	34
1.4.1. Investigación bibliográfica . . . . .	34
1.4.2. Investigación de campo . . . . .	34
1.4.3. Análisis de herramientas de ingeniería . . . . .	34
1.4.4. Propuesta de extensión/complementación de los nodos lógicos	35
1.4.5. Enfoque de la ingeniería IEC 61850 . . . . .	35
1.5. Organización de este documento . . . . .	35
1.6. Delimitaciones . . . . .	36
1.7. Etapas de la investigación . . . . .	37
1.7.1. Norma IEC 61850 . . . . .	37
1.7.2. Sistemas orientados a objetos . . . . .	37
1.7.3. Unified Modeling Language – UML . . . . .	38
1.7.4. XML – Extensible Markup Language . . . . .	38
1.7.5. Lenguajes de programación . . . . .	38
1.7.6. Automatización de Sistemas Eléctricos de Potencia . . . . .	39
1.7.7. Comunicación en el Sistema de Automatización Eléctrico . . .	39

1.7.8. Arquitecturas de comunicación en el Sistema de Automatización Eléctrico . . . . .	40
1.7.9. Arquitectura de red del regulador de velocidad de Itaipu . . . . .	40
1.7.10. Funciones específicas del regulador de velocidad de Itaipu . . . . .	40
1.7.11. Modelado del sistema . . . . .	40
1.8. Partes interesadas . . . . .	41
1.8.1. Itaipu Binacional . . . . .	41
1.8.2. Fundación Parque Tecnológico Itaipu – MD . . . . .	41
1.8.3. Universidad Nacional del Este . . . . .	41
<b>2. Una breve introducción a la norma IEC 61850 aplicada a centrales hidroeléctricas y a los aspectos técnicos de un regulador de velocidad típico de Itaipu</b>	<b>42</b>
2.1. IEC 61850: Una norma para todo el sistema de comunicación del proceso eléctrico . . . . .	42
2.2. Objetivos de la norma IEC 61850 . . . . .	43
2.3. Interoperabilidad . . . . .	44
2.4. Tecnologías de comunicación y redes . . . . .	44
2.5. Modelo de la información . . . . .	45
2.5.1. Niveles del modelo de la información . . . . .	45
2.6. Funciones del Sistema de Automatización de Subestaciones . . . . .	47
2.6.1. Libre ubicación de funciones . . . . .	48
2.6.2. Clasificación de las funciones según los niveles . . . . .	48
2.7. Lenguaje de descripción de Configuración de Subestaciones – SCL . . . . .	49
2.7.1. Variantes SCL . . . . .	49
2.8. Herramientas de ingeniería . . . . .	50
2.9. Partes de la norma IEC 61850 . . . . .	51
2.10. Partes de la norma IEC 61850 utilizadas para modelar la información de centrales hidro-eléctricas . . . . .	53

2.11. Descripción del regulador de velocidad actual de una unidad generadora típica de Itaipu . . . . .	54
2.11.1. Características básicas . . . . .	55
<b>3. Planteamiento del problema</b>	<b>60</b>
3.1. Introducción . . . . .	60
3.2. Requisitos del diseño . . . . .	60
3.2.1. Requisitos para la obtención del diseño de este modelo en conformidad con la norma IEC 61850 . . . . .	61
3.2.2. Requisitos tecnológicos . . . . .	61
3.2.3. Requisitos para la documentación del diseño . . . . .	62
3.3. Desafíos encontrados al realizar el diseño . . . . .	63
3.4. Importancia de la resolución del problema propuesto . . . . .	63
<b>4. Enfoque del proceso de ingeniería IEC 61850 propuesto por el autor para la resolución del problema</b>	<b>65</b>
4.1. Introducción . . . . .	65
4.2. Estado del arte del proceso de ingeniería IEC 61850 . . . . .	66
4.3. Documentación automática de este trabajo . . . . .	68
4.4. Virtualización IEC 61850 de unidades generadoras de centrales hidroeléctricas . . . . .	70
4.5. Proceso de ingeniería totalmente basado en SCL . . . . .	73
4.6. Descripción del modelo IEC 61850 orientado a objetos mediante SCL	74
4.7. DataTypeTemplates . . . . .	75
4.8. Substation . . . . .	80
4.9. Header . . . . .	85
4.10. Especificación de nodos lógicos en variantes SSD vs. especificación con variantes ICD . . . . .	87
4.11. IED simplificado y no pre-configurado . . . . .	89
4.12. Consideraciones para construir sistemas a prueba de futuro . . . . .	96

<b>5. Aplicación del enfoque propuesto para el diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu</b>	<b>98</b>
5.1. Datos del sistema . . . . .	98
5.2. Arquitectura del sistema de monitoreo y control del regulador de velocidad . . . . .	99
5.3. Propuesta de extensión de los nodos lógicos de la norma IEC 61850-7-410102	
5.3.1. LN: Hydraulic switch - Name: SSWI . . . . .	102
5.3.2. LN: Frequency sensor - Name: SFRQ . . . . .	104
5.4. Nodos lógicos del IED IEDRV . . . . .	105
5.4.1. Nodo lógico: FPID . . . . .	106
5.4.2. Nodo lógico: FLIM . . . . .	109
5.4.3. Nodo lógico: FSPT . . . . .	112
5.5. Nodos lógicos del IED IEDMainTnk . . . . .	115
5.5.1. Nodo lógico: FLIM . . . . .	115
5.5.2. Nodo lógico: FXOT . . . . .	116
5.5.3. Nodo lógico: FXUT . . . . .	117
5.5.4. Nodo lógico: KFIL . . . . .	119
5.5.5. Nodo lógico: KFIL . . . . .	121
5.5.6. Nodo lógico: KPMP . . . . .	122
5.5.7. Nodo lógico: KTNK . . . . .	124
5.5.8. Nodo lógico: KVLV . . . . .	126
5.5.9. Nodo lógico: KVLV . . . . .	128
5.5.10. Nodo lógico: KVLV . . . . .	130
5.5.11. Nodo lógico: KVLV . . . . .	132
5.5.12. Nodo lógico: KVLV . . . . .	134
5.5.13. Nodo lógico: KVLV . . . . .	136
5.5.14. Nodo lógico: STMP . . . . .	138
5.5.15. Nodo lógico: STMP . . . . .	140
5.5.16. Nodo lógico: TLEV . . . . .	141

5.5.17. Nodo lógico: TPOS . . . . .	143
5.5.18. Nodo lógico: TPOS . . . . .	144
5.5.19. Nodo lógico: TPOS . . . . .	146
5.5.20. Nodo lógico: TPRS . . . . .	148
5.5.21. Nodo lógico: TTMP . . . . .	149
5.5.22. Nodo lógico: TTMP . . . . .	151
5.5.23. Nodo lógico: ZMOT . . . . .	152
5.6. Nodos lógicos del IED IEDairOilTNK . . . . .	154
5.6.1. Nodo lógico: KTNK . . . . .	154
5.6.2. Nodo lógico: KVLV . . . . .	156
5.6.3. Nodo lógico: KVLV . . . . .	158
5.6.4. Nodo lógico: KVLV . . . . .	160
5.6.5. Nodo lógico: TLEV . . . . .	162
5.6.6. Nodo lógico: TPOS . . . . .	164
5.6.7. Nodo lógico: TPRS . . . . .	167
5.6.8. Nodo lógico: TPRS . . . . .	169
5.7. Nodos lógicos del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	171
5.7.1. Nodo lógico: FLIM . . . . .	171
5.7.2. Nodo lógico: FSPT . . . . .	173
5.7.3. Nodo lógico: KVLV . . . . .	174
5.7.4. Nodo lógico: TPOS . . . . .	176
5.7.5. Nodo lógico: TPOS . . . . .	178
5.7.6. Nodo lógico: TPRS . . . . .	180
5.7.7. Nodo lógico: ZMOT . . . . .	181
5.8. Nodos lógicos del IED IEDsensRot . . . . .	183
5.8.1. Nodo lógico: FLIM . . . . .	183
5.8.2. Nodo lógico: FSPT . . . . .	186
5.8.3. Nodo lógico: TRTN . . . . .	188
5.8.4. Nodo lógico: HSPD . . . . .	189
5.9. Resumen de los nodos lógicos del sistema . . . . .	190

<b>6. Conclusiones</b>	<b>192</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	192
6.2. Futuros trabajos . . . . .	193
<b>A. Resultados del trabajo, en formato SCL</b>	<b>195</b>
A.1. ICD del regulador de velocidad (regulación primaria) . . . . .	196
A.2. ICD del regulador de velocidad (regulación secundaria) . . . . .	202
A.3. ICD del sensor de rotación . . . . .	208
A.4. ICD del tanque principal . . . . .	213
A.5. ICD de la planta a aire comprimido . . . . .	229
A.6. ICD del tanque de compresión de aire y de aceite . . . . .	235
A.7. SSD de todo el sistema . . . . .	243
A.8. SCL XML Shemas modificados asociados a los ICDs del proyecto . .	265
A.8.1. SCL.xsd . . . . .	265
A.8.2. SCL_Enums.xsd . . . . .	267
<b>B. Archivos SCL complementarios</b>	<b>286</b>
B.1. Profundidad completa del elemento <i>Substation</i> . . . . .	286
B.2. Profundidad completa del elemento <i>IED</i> . . . . .	299
<b>C. Datos estadísticos de ICDs disponibles en el mercado</b>	<b>308</b>
C.1. Servicios de comunicación disponibles en el la base de datos . . . . .	308
C.2. Nodos lógicos disponibles en la base de datos . . . . .	310



# Índice de figuras

2-1. Pila de protocolos utilizados en la norma IEC 61850 . . . . .	44
2-2. Nodos lógicos . . . . .	45
2-3. Virtualización en el contexto de la norma IEC 61850 . . . . .	46
2-4. Estructura funcional del regulador Rapid 77 . . . . .	55
2-5. Esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador . . .	57
2-6. Esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador. . . .	58
4-1. Enfoque propuesto por la norma IEC 61802 para la generación de do- cumentos sobre electrotecnología . . . . .	69
4-2. Virtualización de un interruptor . . . . .	70
4-3. Virtualización IEC 61850 de una central hidroeléctrica . . . . .	71
4-4. Virtualización de una interfaz física con un potenciómetro motorizado	72
4-5. Los nodos lógicos del grupo T utilizan el bus de proceso (IEC 61850–9–x)	73
4-6. Partes principales del SCL . . . . .	75
4-7. Diagrama de clases simplificado del elemento <i>DataTypeTemplate</i> del SCL, incluyendo sus clases abstractas . . . . .	76
4-8. Diagrama de clases simplificado del elemento <i>DataTypeTemplate</i> del SCL, omitiendo sus clases abstractas . . . . .	77
4-9. Clases del elemento <i>DataTypeTemplate</i> del SCL, incluyendo sus clases abstractas . . . . .	78
4-10. Clases del elemento <i>DataTypeTemplate</i> del SCL, omitiendo sus clases abstractas . . . . .	79
4-11. Clases instanciables del elemento <i>Substation</i> . . . . .	82

4-12. Diagrama unifilar de la subestación Villa Hayes [58] y su relación (descripta en forma simplificada) con el SCL. . . . .	83
4-13. Clases del elemento <i>Substation</i> , incluyendo sus clases abstractas . . .	84
4-14. <i>Header</i> del SCL, incluyendo las herencias correspondientes . . . . .	86
4-15. Clases instanciables del <i>Header</i> . . . . .	88
4-16. Diagrama de clases para un IED ISNP . . . . .	91
4-17. Clases del elemento <i>IED</i> del SCL, omitiendo sus clases abstractas . .	94
4-18. Clases del elemento <i>IED</i> del SCL, incluyendo sus clases abstractas . .	95
5-1. Arquitectura del sistema . . . . .	101
5-2. Resumen de los nodos lógicos más importantes del IED <i>IEDRV</i> . . .	106
5-3. Resumen de los nodos lógicos del regulador de velocidad ubicados según la arquitectura referencial de la figura 5-1 . . . . .	191

# Índice de tablas

2.1. Descripción de ítems del esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador . . . . .	59
5.1. Nuevo nodo lógico: SSWI . . . . .	103
5.2. Nuevo nodo lógico: SFRQ . . . . .	105
5.3. Instancias FPID en el IED IEDRV . . . . .	106
5.4. Plantilla FPID del IED IEDRV . . . . .	107
5.5. Instancias FLIM en el IED IEDRV . . . . .	109
5.6. Plantilla FLIM del IED IEDRV . . . . .	110
5.7. Instancias FSPT en el IED IEDRV . . . . .	112
5.8. Plantilla FSPT del IED IEDRV . . . . .	114
5.9. Instancias FLIM en el IED IEDMainTnk . . . . .	115
5.10. Plantilla FLIM del IED IEDMainTnk . . . . .	115
5.11. Instancias FXOT en el IED IEDMainTnk . . . . .	116
5.12. Plantilla FXOT del IED IEDMainTnk . . . . .	117
5.13. Instancias FXUT en el IED IEDMainTnk . . . . .	117
5.14. Plantilla FXUT del IED IEDMainTnk . . . . .	118
5.15. Instancias KFIL en el IED IEDMainTnk . . . . .	119
5.16. Plantilla KFIL del IED IEDMainTnk . . . . .	120
5.17. Instancias KFIL en el IED IEDMainTnk . . . . .	121
5.18. Plantilla KFIL del IED IEDMainTnk . . . . .	121
5.19. Instancias KPMP en el IED IEDMainTnk . . . . .	122
5.20. Plantilla KPMP del IED IEDMainTnk . . . . .	123

5.21. Instancias KTNK en el IED IEDMainTnk . . . . .	124
5.22. Plantilla KTNK del IED IEDMainTnk . . . . .	125
5.23. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	126
5.24. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	127
5.25. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	128
5.26. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	129
5.27. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	130
5.28. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	131
5.29. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	132
5.30. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	133
5.31. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	134
5.32. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	135
5.33. Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk . . . . .	136
5.34. Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk . . . . .	137
5.35. Instancias STMP en el IED IEDMainTnk . . . . .	138
5.36. Plantilla STMP del IED IEDMainTnk . . . . .	139
5.37. Instancias STMP en el IED IEDMainTnk . . . . .	140
5.38. Plantilla STMP del IED IEDMainTnk . . . . .	140
5.39. Instancias TLEV en el IED IEDMainTnk . . . . .	141
5.40. Plantilla TLEV del IED IEDMainTnk . . . . .	142
5.41. Instancias TPOS en el IED IEDMainTnk . . . . .	143
5.42. Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk . . . . .	143
5.43. Instancias TPOS en el IED IEDMainTnk . . . . .	144
5.44. Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk . . . . .	145
5.45. Instancias TPOS en el IED IEDMainTnk . . . . .	146
5.46. Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk . . . . .	147
5.47. Instancias TPRS en el IED IEDMainTnk . . . . .	148
5.48. Plantilla TPRS del IED IEDMainTnk . . . . .	148
5.49. Instancias TTMP en el IED IEDMainTnk . . . . .	149
5.50. Plantilla TTMP del IED IEDMainTnk . . . . .	150

5.51. Instancias TTMP en el IED IEDMainTnk . . . . .	151
5.52. Plantilla TTMP del IED IEDMainTnk . . . . .	151
5.53. Instancias ZMOT en el IED IEDMainTnk . . . . .	152
5.54. Plantilla ZMOT del IED IEDMainTnk . . . . .	153
5.55. Instancias KTNK en el IED IEDairOilTNK . . . . .	154
5.56. Plantilla KTNK del IED IEDairOilTNK . . . . .	155
5.57. Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK . . . . .	156
5.58. Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK . . . . .	157
5.59. Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK . . . . .	158
5.60. Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK . . . . .	159
5.61. Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK . . . . .	160
5.62. Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK . . . . .	161
5.63. Instancias TLEV en el IED IEDairOilTNK . . . . .	162
5.64. Plantilla TLEV del IED IEDairOilTNK . . . . .	163
5.65. Instancias TPOS en el IED IEDairOilTNK . . . . .	164
5.66. Plantilla TPOS del IED IEDairOilTNK . . . . .	166
5.67. Instancias TPRS en el IED IEDairOilTNK . . . . .	167
5.68. Plantilla TPRS del IED IEDairOilTNK . . . . .	168
5.69. Instancias TPRS en el IED IEDairOilTNK . . . . .	169
5.70. Plantilla TPRS del IED IEDairOilTNK . . . . .	170
5.71. Instancias FLIM en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	171
5.72. Plantilla FLIM del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	172
5.73. Instancias FSPT en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	173
5.74. Plantilla FSPT del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	173
5.75. Instancias KVLV en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	174
5.76. Plantilla KVLV del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	175
5.77. Instancias TPOS en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	176
5.78. Plantilla TPOS del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	177
5.79. Instancias TPOS en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	178
5.80. Plantilla TPOS del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	179

5.81. Instancias TPRS en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	180
5.82. Plantilla TPRS del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	180
5.83. Instancias ZMOT en el IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	181
5.84. Plantilla ZMOT del IED IEDcmprsAirPlant . . . . .	182
5.85. Instancias FLIM en el IED IEDsensRot . . . . .	183
5.86. Plantilla FLIM del IED IEDsensRot . . . . .	184
5.87. Instancias FSPT en el IED IEDsensRot . . . . .	186
5.88. Plantilla FSPT del IED IEDsensRot . . . . .	187
5.89. Instancias TRTN en el IED IEDsensRot . . . . .	188
5.90. Plantilla TRTN del IED IEDsensRot . . . . .	188
5.91. Instancias HSPD en el IED IEDsensRot . . . . .	189
5.92. Plantilla HSPD del IED IEDsensRot . . . . .	190
 C.1. Servicios implementados en el mercado . . . . .	 308
C.2. Servicios implementados en el mercado . . . . .	309
C.3. Nodos lógicos implementados en el mercado . . . . .	310
C.4. Nodos lógicos implementados en el mercado . . . . .	311
C.5. Nodos lógicos implementados en el mercado . . . . .	312
C.6. Nodos lógicos implementados en el mercado . . . . .	313

# Lista de códigos fuente

4.1. Ejemplo de Header . . . . .	87
4.2. Reglas definidas en IEC 61850-6 para la construcción de nodos lógicos en la variante SSD . . . . .	89
5.1. Instancias FPID representadas en SCL . . . . .	106
5.2. FPID - PID Function - Representación en SCL . . . . .	107
5.3. Instancias FLIM representadas en SCL . . . . .	109
5.4. FLIM - Limits of typical values - Representación en SCL . . . . .	111
5.5. Instancias FSPT representadas en SCL . . . . .	112
5.6. FSPT - Set point control function - Representación en SCL . . . . .	114
5.7. Instancias FLIM representadas en SCL . . . . .	115
5.8. FLIM - Wicket gate closure travel limit - Representación en SCL . . .	116
5.9. Instancias FXOT representadas en SCL . . . . .	116
5.10. FXOT - Level at over threshold - Representación en SCL . . . . .	117
5.11. Instancias FXUT representadas en SCL . . . . .	118
5.12. FXUT - Level at under threshold - Representación en SCL . . . . .	118
5.13. Instancias KFIL representadas en SCL . . . . .	119
5.14. KFIL - Pumping unit suction filter - Representación en SCL . . . . .	120
5.15. Instancias KFIL representadas en SCL . . . . .	121
5.16. KFIL - Filter for the supply of the actuator - Representación en SCL	122
5.17. Instancias KPMP representadas en SCL . . . . .	122
5.18. KPMP - Pump unit - Representación en SCL . . . . .	123
5.19. Instancias KTNK representadas en SCL . . . . .	124
5.20. KTNK - Main sump tank - Representación en SCL . . . . .	125

5.21. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	126
5.22. KVLV - Idler system distributing valve - Representación en SCL . . .	127
5.23. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	128
5.24. KVLV - Oil adjusting isolating valve - Representación en SCL . . . .	129
5.25. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	130
5.26. KVLV - Piloted distributing valve - Representación en SCL . . . . .	131
5.27. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	132
5.28. KVLV - Solenoid operated valve - Representación en SCL . . . . .	133
5.29. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	134
5.30. KVLV - Adjustable restrictor valve - Representación en SCL . . . . .	135
5.31. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	136
5.32. KVLV - Switch - Representación en SCL . . . . .	137
5.33. Instancias STMP representadas en SCL . . . . .	138
5.34. STMP - Oil cooler temperature supervision - Representación en SCL	139
5.35. Instancias STMP representadas en SCL . . . . .	140
5.36. STMP - Thermostat temperature controller - Representación en SCL	141
5.37. Instancias TLEV representadas en SCL . . . . .	141
5.38. TLEV - Level gauge - Representación en SCL . . . . .	142
5.39. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	143
5.40. TPOS - valve displacement sensor - Representación en SCL . . . . .	144
5.41. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	145
5.42. TPOS - Level switch - Representación en SCL . . . . .	145
5.43. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	146
5.44. TPOS - Pressure switch - Representación en SCL . . . . .	147
5.45. Instancias TPRS representadas en SCL . . . . .	148
5.46. TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL . . . . .	149
5.47. Instancias TTMP representadas en SCL . . . . .	149
5.48. TTMP - Oil cooler temperature - Representación en SCL . . . . .	150
5.49. Instancias TTMP representadas en SCL . . . . .	151
5.50. TTMP - Thermostat temperature - Representación en SCL . . . . .	151



5.51. Instancias ZMOT representadas en SCL . . . . .	152
5.52. ZMOT - Motor for the pump unit - Representación en SCL . . . . .	153
5.53. Instancias KTNK representadas en SCL . . . . .	154
5.54. KTNK - Air-oil pressure tank - Representación en SCL . . . . .	155
5.55. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	156
5.56. KVLV - Solenoid operated valve - Representación en SCL . . . . .	157
5.57. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	158
5.58. KVLV - Relief pressure valve - Representación en SCL . . . . .	159
5.59. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	160
5.60. KVLV - Automatic controlled isolating valve - Representación en SCL	161
5.61. Instancias TLEV representadas en SCL . . . . .	162
5.62. TLEV - Level gauge - Representación en SCL . . . . .	163
5.63. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	164
5.64. TPOS - Pressure switch - Representación en SCL . . . . .	166
5.65. Instancias TPRS representadas en SCL . . . . .	167
5.66. TPRS - Pressure transmitter - Representación en SCL . . . . .	168
5.67. Instancias TPRS representadas en SCL . . . . .	169
5.68. TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL . . . . .	170
5.69. Instancias FLIM representadas en SCL . . . . .	171
5.70. FLIM - Wicket gate closure travel limit - Representación en SCL . . .	172
5.71. Instancias FSPT representadas en SCL . . . . .	173
5.72. FSPT - Wicket gate closure travel limit set-point - Representación en SCL . . . . .	174
5.73. Instancias KVLV representadas en SCL . . . . .	174
5.74. KVLV - Relief pressure valve - Representación en SCL . . . . .	175
5.75. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	176
5.76. TPOS - valve displacement sensor - Representación en SCL . . . . .	177
5.77. Instancias TPOS representadas en SCL . . . . .	178
5.78. TPOS - Pressure switch - Representación en SCL . . . . .	179
5.79. Instancias TPRS representadas en SCL . . . . .	180

5.80. TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL . . . . .	180
5.81. Instancias ZMOT representadas en SCL . . . . .	181
5.82. ZMOT - Motor for the pump unit - Representación en SCL . . . . .	182
5.83. Instancias FLIM representadas en SCL . . . . .	183
5.84. FLIM - Limits of typical values - Representación en SCL . . . . .	184
5.85. Instancias FSPT representadas en SCL . . . . .	186
5.86. FSPT - Set point control function - Representación en SCL . . . . .	187
5.87. Instancias TRTN representadas en SCL . . . . .	188
5.88. TRTN - Tacometer - Representación en SCL . . . . .	188
5.89. Instancias HSPD representadas en SCL . . . . .	189
5.90. HSPD - - Representación en SCL . . . . .	190
A.1. SCL.xsd . . . . .	265
A.2. SCL_Enums.xsd . . . . .	267
B.1. Elemento <i>Substation</i> con profundidad completa . . . . .	286
B.2. Elemento <i>IED</i> con profundidad completa . . . . .	299

# Glosario

## **ACSI - Abstract Communication Service Interface**

El **ACSI** define los pilares del modelo de información y el modelo de servicios de la norma IEC 61850. 36, 45–47, 96

## **CDC - Common Data Class**

Corresponde al nivel 1 del ACSI, a través del cual se crean los **Data** de la IEC 61850-7-4 y los Data Objects de la IEC 61850-6. 36, 47, 72, 104

## **ICD - IED Capability Description**

Variante SCL que contiene la descripción del IED: La implementación de nodos lógicos, la cantidad de instancias disponibles, sus servicios y configuraciones de comunicación, pero sin contener aún los parámetros de configuración definidos por el dueño de la planta. 76

## **IED - Intelligent Electronic Device**

Son dispositivos basados en uno o varios microprocesadores integrados llamados Intelligent Electronic Devices (IEDs). Manejan protocolos de comunicación y sistemas de información con el objetivo de enviar o recibir datos de o para varias fuentes para desempeñar las funciones de monitoreo, supervisión, control, y protección de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. 30, 31, 44, 46, 47, 49

## **MU - Merging Unit**

El *Merging Unit* conecta los transformadores de corriente y potencial conven-

cionales a los dispositivos de control y protección a través del bus de proceso normalizado en conformidad con la norma IEC61850-9. 100

### **O-O - Orientado a Objetos**

En el texto se habla de sistemas orientados a objetos, programación orientada a objetos, modelo orientado a objetos y tecnología orientada a objetos. Todas estas definiciones se refieren a la aplicación del paradigma orientado a objetos. 47, 66, 74, 76, 80, 96

### **PDU - Protocol Data Unit**

En la capa 1 del modelo OSI el PDU es un bit, en la capa 2 es una trama, en la capa 3 un paquete y en la capa 4 es un segmento. 36

### **SAS - Sistema de Automatización de Subestaciones**

Sistema de Automatización de Subestaciones (del inglés *Substation Automation System*). La norma IEC 61850 fue concebida inicialmente para subestaciones. Debido a ello, en la norma IEC 61850 siempre se hace mención al SAS. Posteriormente la norma fue extendida para cubrir las necesidades de los sistemas de automatización de las hidroeléctricas, pero debido a que ya se utilizaba extensamente en toda norma la palabra “Subestación”, es correcto referirse a la automatización de cualquier parte del sistema de potencia como SAS. 47, 71, 72, 193

### **SCL - Substation Configuration description Language**

El SCL es un lenguaje basado en XML definido como norma (IEC 61850-6 [1]) y es utilizado para la configuración de los equipos IEC 61850 de la planta. 33, 49, 51, 68, 73–75, 80, 81, 85, 86, 99

### **SO - Serialización de objetos**

La serialización, o *marshalling* es el proceso de persistir un objeto en la memoria o para propósitos de transmisión, creando un archivo legible por humanos que contiene la estructura y los datos en un formato grabable en el computador. Un

objeto solo existe en tiempo de ejecución, y este es serializado para ser guardado por el tiempo que sea necesario o alternativamente, para ser transmitido a través de la red para otro host. 76

### **SSD - System Specification Description**

Esta variante SCL contiene las funciones del sistema de potencia, esto es, el elemento **Substation** del SCL, pero sin grandes detalles. 86

### **UML - Unified Modeling Language <sup>TM</sup> - UML**

Lenguaje Unificado de Modelado *Unified Modeling Language* <sup>TM</sup> [2] Es una especificación para describir el modelo de la estructura de una aplicación, comportamiento o arquitectura del sistema. 74, 80

### **XML - eXtensible Markup Language**

XML es un formato de texto que proporciona un método que facilita a los seres humanos la clasificación de nombres de elementos y sus atributos, y además, es legible por las máquinas, existiendo una gran variedad de tecnologías de software que la manipulan. 38, 81

### **XSD - XML Schema Definition**

El esquema XML o XSD es utilizado para describir la estructura y las restricciones de los documentos XML. En el apartado IEC 61850-6 [1] se vinculan XSDs a los modelos de objetos serializados del SCL. 38

# Capítulo 1

## Informaciones generales

### 1.1. Introducción

La energía en todo el mundo mueve por lo menos siete billones de dólares anuales, y es un negocio en expansión, afectando profundamente nuestra economía, sociedad y entorno [3], debido a esto, existe una constante investigación en el sector y han surgido nuevas tecnologías y normas que están llevándonos hacia la nueva era de los sistemas de potencia: los sistemas eléctricos inteligentes (en inglés, *Smart Grids*). En este contexto, la automatización y el tratamiento de la información de los sistemas de potencia se constituyen como infraestructuras estratégicas en el desarrollo de los países, muchos de los cuales ya han comenzado el proceso de actualización tecnológica.

Este proceso de actualización tecnológica del sector eléctrico está siendo proyectado y ejecutado a nivel mundial, introduciéndose nuevos paradigmas en el proceso de ingeniería de los sistemas eléctricos, apoyado en nuevos pilares que resaltan por su sofisticación, integración multidisciplinar, innovación y pueden atender las exigencias globales del consumo de energía, ayudando al ser humano en la construcción de un mundo mejor.

En la automatización de los sistemas de energía se destaca el proceso de digitalización de la información gracias a la amplia utilización de dispositivos basados en uno o varios microprocesadores [4] integrados llamados Intelligent Electronic Devices (IEDs), los cuales aprovechan una serie de tecnologías de redes de comunicación que

son adecuadas para cubrir las necesidades de monitoreo, supervisión, automatización, control y protección de los sistemas eléctricos.

El intercambio de información entre IEDs de diferentes fabricantes se ha vuelto muy complejo, costoso, y a veces imposible, es por ello que la industria ha comenzado a desarrollar normas internacionales en forma colaborativa, y así conseguir interoperabilidad, confiabilidad y mayor calidad en el intercambio de información dentro del sistema de automatización de los procesos eléctricos de potencia.

La norma internacional IEC 61850 “*Communication Networks and Systems in Substations*” provee soporte para una interoperabilidad a prueba de futuro en el intercambio de la información a través de la especificación de:

- un modelo orientado a objetos y semántico de toda la estructura de la información,
- métodos de intercambio de la información con interfaces permanentes y bien definidas,
- mapeo de estas interfaces a protocolos de comunicación acordes al estado del arte de las tecnologías de comunicación,
- y un lenguaje de configuración de los IEDs y de las redes de comunicación de los procesos eléctricos.

La norma IEC 61850, en la actualidad, no se enfoca únicamente a subestaciones, también es aplicable y extensible para satisfacer las necesidades de comunicación de casi la totalidad de la cadena de suministro de energía, entre los cuales destacamos los sistemas de transmisión, distribución y generación (eólica, hidroeléctrica y fotovoltaica)[5] y varios proyectos pilotos tales como aplicaciones de la norma a coches eléctricos [6].

La correcta utilización del modelo jerárquico de la información especificado en la norma IEC 61850 a través de nodos lógicos es una cuestión clave y debe adaptarse a la filosofía de la planta. Las agrupaciones de los nodos lógicos de forma adecuada representan funciones o equipos utilizados en los sistemas de potencia. Cada nodo

lógico provee una lista de información bien designada y organizada. Los objetos y servicios definidos en la parte IEC 61850–7–2 [7] de la norma permiten el intercambio de esta información.

En julio del 2007 las extensiones de los nodos lógicos a centrales hidroeléctricas han sido aprobadas, publicadas y están listas para su uso, en el apartado IEC 61850–7–4–10: *“Hydroelectric Power Plants – Communication for monitoring and control”*; agregando 60 nodos lógicos y 350 Data Objects a la serie IEC 61850 [8].

Este trabajo consiste en la aplicación de la norma IEC 61850, en especial de la elección de nodos lógicos definidos en la parte 7–4–10 – *Hydro Power Plants* y de los servicios de comunicación para la automatización del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu, y la realización de una propuesta al TC57 (International Electrotechnical Commission, Technical Committee 57) para la complementación o extensión de nodos lógicos de la norma que actualmente son insuficientes para las unidades generadoras de Itaipu. Este trabajo de investigación se basa en el ítem del documento *“Proposta de Temas para Monografias de Especialização - Automação, Controle e Supervisão do Processo Elétrico Baseado na Norma IEC 61850 – A-4 – Automação de Unidades Geradoras – Modelagem Completa da Unidade Geradora”* de la Itaipu Binacional, redactado por Marcos Fonseca Mendes, Antonio Sertich Koehler y Ladislao Aranda Arriola, funcionarios de la Itaipu Binacional.

## 1.2. Objetivos de la investigación

### 1.2.1. Objetivos generales

Diseñar el modelo de información y servicios de intercambio de información entre IEDs conformes a la norma IEC 61850 para las funciones de monitoreo y control del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu.



### 1.2.2. Objetivos específicos

- Definir las funciones de monitoreo y control requeridas por el regulador de velocidad.
- Implementar en Substation Configuration description Language (SCL) los nodos lógicos del apartado IEC 61850-7-4-10 necesarios para las funciones de monitoreo y control del regulador de velocidad.
- Identificar los servicios de comunicación del apartado IEC 61850-7-2 necesarios para el regulador de velocidad de las turbinas de Itaipu.
- Implementar el modelo IEC 61850 del sistema considerando sus ubicaciones centralizadas y/o distribuidas en la red de automatización mediante herramientas de ingeniería adecuadas para el efecto.
- Proponer la extensión/complementación de nodos lógicos para una unidad generadora típica de Itaipu.

## 1.3. Justificativa

La norma IEC 61850 cubre las necesidades de modernización de los sistemas y redes de comunicación de subestaciones y centrales hidroeléctricas.

La Itaipu Binacional se encuentra actualmente en proceso de actualización tecnológica, motivo por el cual, el modelo IEC 61850 del sistema de comunicación del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu podrá ser utilizada durante el proceso de diseño de especificaciones técnicas para la compra de IEDs de monitoreo y control de regulación de velocidad para las turbinas de Itaipu, que estarán en conformidad con la norma IEC 61850.

## 1.4. Técnicas y metodología de investigación

### 1.4.1. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica consistió en el estudio de la norma IEC 61850, en especial las definiciones de modelos de información definidos en la parte IEC 61850-7-4-10 “*Basic communication structure for substation and feeder equipment – Compatible logical node classes and data classes – Hydro Power Plants*”, de los servicios de intercambio de información para diferentes funciones definidos en el apartado IEC 61850-7-2 “*Basic communication structure for substation and feeder equipment – Abstract communication service interface (ACSI)*” [7], la implementación de dichos servicios de comunicación a través de protocolos especificados en la parte IEC 61850-8-1 “*Specific Communication Service Mapping (SCSM) Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3*” [9] y la configuración y descripción formal de todas ellas a través del apartado IEC 61850-6 “*Basic communication structure for substation and feeder equipment – Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs*” [1] para las necesidades de la unidad generadora, y otros documentos, normas, y tecnologías relacionadas. También se ha accedido la base de datos de ACM a través del Portal de la Capes.

### 1.4.2. Investigación de campo

Incluyó el levantamiento de informaciones del generador de Itaipu, la identificación de las funciones de automatización inherentes al regulador de velocidad de la unidad generadora y otras documentaciones y estadísticas relacionadas al caso en estudio.

### 1.4.3. Análisis de herramientas de ingeniería

Incluyó el análisis de herramientas de ingeniería especializadas en la norma IEC 61850 disponibles en el mercado.

#### **1.4.4. Propuesta de extensión/complementación de los nodos lógicos**

Preparación de una propuesta de extensión de los nodos lógicos para cubrir las necesidades de la Itaipu Binacional.

#### **1.4.5. Enfoque de la ingeniería IEC 61850**

Se estructuró una propuesta de metodología de aplicación de la norma IEC 61850 en la automatización de hidroeléctricas a través de la combinación de herramientas de ingeniería (disponibles en el mercado) que mejor se adapten a la automatización de unidades generadoras en conformidad con esta norma.

### **1.5. Organización de este documento**

El formato y la estructura de este documento fueron elaborados siguiendo las directrices dadas por la norma IEC 61802 – *Preparation of documents used in electrotechnology* [10] y el layout escrito en  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ , de *Athena Online – Massachusetts Institute of Technology* [11].

Este documento está organizado de la siguiente forma:

El capítulo 1 provee una introducción sobre este trabajo, los objetivos de este trabajo, la justificativa, y otras informaciones relacionadas al proceso de investigación.

El capítulo 2 realiza una breve introducción general a la norma IEC 61850, resaltando su uso en las Centrales Hidroeléctricas, de modo a que el lector sin experiencia en la norma IEC 61850 pueda seguir leyendo los capítulos posteriores. También presenta los aspectos técnicos de un regulador de velocidad utilizado actualmente en Itaipu.

El planteamiento del problema a ser resuelto en este trabajo, como así también la descripción de los desafíos encontrados son presentados en el capítulo 3. En este capítulo, respondiendo directamente a la identificación de los problemas, se comenta la importancia de resolver estos problemas de diseño encontrados al aplicar la norma

IEC 61850 en centrales hidroeléctricas.

En el capítulo 4 se describe como el autor ha enfocado el proceso de diseño del modelo IEC 61850 (descrito en la sección 1.2) y como ha resuelto los problemas planteados en el capítulo anterior.

En el capítulo 5 se presentan los resultados: el diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu.

Finalmente, en el capítulo 6 se discuten las conclusiones y el futuro alcance de esta investigación.

## 1.6. Delimitaciones

Para alcanzar los objetivos de esta investigación fueron definidas algunas delimitaciones. La descripción de esas delimitaciones son importantes para una mayor comprensión de este documento. Las delimitaciones son:

- Las instancias de los tipos de datos definidos por la norma IEC 61850 utilizadas en el diseño están limitadas a los correspondientes al regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu.
- Se enfocó el esfuerzo hacia la ingeniería de automatización IEC 61850 aplicado a sistemas de potencia, no cubriendo el mantenimiento ni la operación de los mismos y simplificándose aspectos, notaciones y representaciones utilizadas en otras disciplinas tales como ingeniería de software y telecomunicaciones.
- El diseño del modelo IEC 61850 se realizó utilizando exclusivamente los modelos de información y servicios abstractos definidos a través del Abstract Communication Service Interface (ACSI) y sus capas superiores (Common Data Classs (CDCs) y nodos lógicos), conforme a las indicaciones de la norma, no profundizando en los Protocol Data Units (PDUs). Por lo tanto, no se utilizaron herramientas de ingeniería para análisis de la red.

- El regulador de velocidad de Itaipu tiene un lazo de control con el regulador de tensión. En este trabajo se realizaron simplificaciones para eliminar las dependencias con dichas partes, de modo a simplificar el levantamiento de los requisitos funcionales IEC 61850.

## **1.7. Etapas de la investigación**

Esta investigación tomó como punto de partida los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería eléctrica de la Facultad Politécnica – UNE, y en forma complementaria se estudiaron las normas, tecnologías y otras áreas de conocimiento mencionados a continuación y se siguieron los pasos descritos en la metodología de investigación en el siguiente orden:

### **1.7.1. Norma IEC 61850**

Lectura e interpretación de la norma IEC 61850 en forma paralela a todas las demás lecturas, durante todo el proceso de investigación: Incluyendo las partes 1, 2, 4 (solamente la cláusula 5), 6, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4, 8-1 y 9-2.

### **1.7.2. Sistemas orientados a objetos**

- Clases, métodos, atributos.
- Objeto.
- Instanciación.
- Herencia.
- Abstracción.
- Encapsulación.
- Polimorfismo.

- Interfaces.
- Recursividad.
- Tipos de datos.

### 1.7.3. Unified Modeling Language – UML

- Diagrama de clases.
- Diagrama de secuencias.
- Diagrama de casos de uso.

### 1.7.4. XML – Extensible Markup Language

- eXtensible Markup Language (XML)
- DTD (*Document Type Definition*).
- XML Schema Definition (XSD).
- Conversión de XML Shema a UML utilizado herramientas de ingeniería inversa.

### 1.7.5. Lenguajes de programación

- Java, incluyendo JAXB y JPA.
- Python, incluyendo la API xml.dom.\*
- C
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

### 1.7.6. Automatización de Sistemas Eléctricos de Potencia

Conceptos de:

- Sistema de automatización de unidades generadoras.
- Topología de red del sistema de automatización.
- Funciones del sistema de automatización de una unidad generadora: comando, adquisición de datos, supervisión, alarmas, secuencia de eventos, enclavamientos y bloqueos.

### 1.7.7. Comunicación en el Sistema de Automatización Eléctrico

Identificación básica de las tecnologías de comunicación en el Sistema de Automatización Eléctrico.

- Redes de área local.
- Tecnologías de red, en especial las implementaciones de la norma IEEE 802.3, IEEE 802.1p e IEEE 802.1Q.
- Servicios: Connection-Oriented y Connectionless.
- Relaciones y diferencias entre servicios y protocolos.
- Modelo de referencia *Open System Interconnection* (OSI).
- Medios de transmisión de información, en especial fibra óptica.
- Control, flujo, corrección y detección de errores.
- Algoritmos de enrutamiento: broadcast y multicast.
- Arquitecturas cliente-servidor, *peer-to-peer*.
- Manufacturing Message Specification (MMS).

### **1.7.8. Arquitecturas de comunicación en el Sistema de Automatización Eléctrico**

Se identificaron las arquitecturas, los elementos y modelos de comunicación utilizados en un Sistema de Automatización de Usinas.

- Topologías de red.
- Redundancia.

### **1.7.9. Arquitectura de red del regulador de velocidad de Itaipu**

Breve estudio de la arquitectura de red necesaria para la automatización del regulador de velocidad implementando la norma IEC 61850.

### **1.7.10. Funciones específicas del regulador de velocidad de Itaipu**

Estudio del funcionamiento y las características particulares del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu a través de la identificación de las funciones de automatización con ayuda de especialistas de la máquina y documentos técnicos adecuados. Desglose de cada función de automatización en los nodos lógicos correspondientes.

### **1.7.11. Modelado del sistema**

- Modelado de los nodos lógicos normalizados del apartado IEC 61850-7-4-10 *Hydro Power Plants* utilizando herramientas de ingeniería más adecuadas que estén disponibles en el mercado.
- Identificación y modelado de los servicios de comunicación necesarios para el regulador de velocidad. Apartado 7-2 de la norma IEC 61850.



## **1.8. Partes interesadas**

Esta sección presenta a los interesados o partes que han apoyado el desarrollo de esta investigación.

### **1.8.1. Itaipu Binacional**

La Itaipu Binacional es una central hidroeléctrica construida en el río Paraná, entre el Paraguay y el Brasil.

Dos especialistas en la norma IEC 61850, del área de ingeniería de la Itaipu han orientado la elaboración de este Trabajo Final de Grado.

### **1.8.2. Fundación Parque Tecnológico Itaipu – MD**

La Fundación Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), a través de su Centro de Innovación en Automatización y Control (CIAC). Parte de este trabajo fue realizado en las instalaciones del PTI.

### **1.8.3. Universidad Nacional del Este**

La Universidad Nacional del Este es una de las universidades más grandes del Paraguay. La Facultad Politécnica es parte de la UNE, y tiene como objetivo la capacitación científica-técnica de sus alumnos.

Un especialista en la norma IEC 61850 de la UNE ha orientado la elaboración de este Trabajo Final de Grado. El autor de este trabajo ha cursado las materias de ingeniería eléctrica, impartidas en la Facultad Politécnica.

## Capítulo 2

# Una breve introducción a la norma IEC 61850 aplicada a centrales hidroeléctricas y a los aspectos técnicos de un regulador de velocidad típico de Itaipu

### 2.1. IEC 61850: Una norma para todo el sistema de comunicación del proceso eléctrico

Para resolver los próximos desafíos del sector de la energía en todo el mundo, se está realizando un importante trabajo en la integración de las tecnologías de información y comunicación digital a las tecnologías del sector eléctrico [12]. Este proceso tiene como característica principal la consolidación y adopción de nuevas normas técnicas internacionales, entre las cuales la IEC 61850 cumple un papel fundamental. Uno de los requisitos más importantes en el diseño de los modernos sistemas eléctricos de potencia es la interoperabilidad sintáctica y semántica entre los equipamientos de automatización y control utilizados. Esto sólo puede ser alcanzado estableciendo

protocolos comunes, basados en normas. La interoperabilidad semántica referida anteriormente establece una congruencia en términos y significado de la información del sistema, mientras que la interoperabilidad sintáctica permite la codificación, decodificación, el transporte y el direccionamiento preciso de la información intercambiada entre los equipamientos a través de la red de comunicación del sistema eléctrico.

La norma IEC 61850, desarrollada en conjunto por más de 60 expertos de América y Europa, es la primera norma adoptada a nivel global en el área de las comunicaciones en subestaciones. Gran parte de la aceptación de esta norma se debe a que, además de especificar la utilización y la combinación adecuada de una pila de protocolos de comunicación ya existentes, provee una interfaz diseñada en forma abstracta, logrando así el desarrollo de proyectos más sofisticados y a prueba de futuro [13]. La norma IEC 61850 también define el proceso de ingeniería a ser implementado en el diseño del sistema de automatización, las características básicas de las herramientas a utilizar para dicho proceso, y los procedimientos precisos para la configuración de los aspectos de comunicación de los dispositivos.

## **2.2. Objetivos de la norma IEC 61850**

El objetivo de la norma IEC 61850 es permitir la interoperabilidad entre IEDs de diferentes fabricantes utilizados en la automatización de los sistemas eléctricos del sistema eléctrico. En este caso, la interoperabilidad se define como la habilidad de que los IEDs operen en la misma red de comunicación compartiendo información y comandos, respetando los requisitos funcionales y de desempeño requeridos, y soportando futuros avances tecnológicos.

Este objetivo es alcanzado a través de la descomposición de las interfaces de comunicación en nodos lógicos dotados de sintaxis abstractas y semánticas de la información a ser intercambiada.

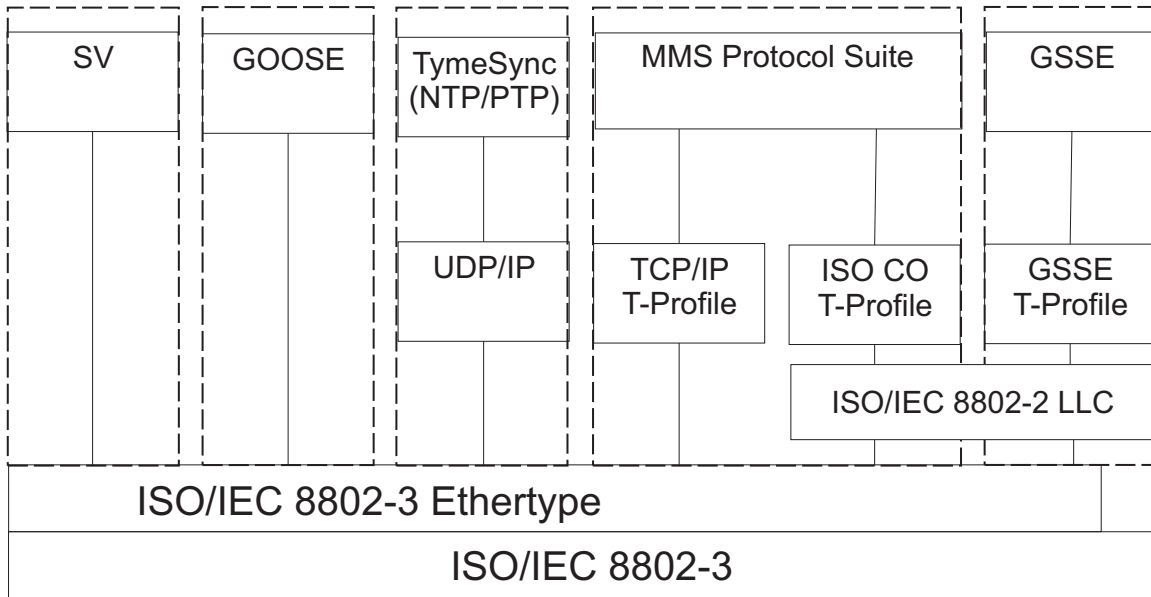


Figura 2-1: Pila de protocolos utilizados en la norma IEC 61850

## 2.3. Interoperabilidad

El requisito más importante para la construcción de los grandes sistemas eléctricos acorde a las necesidades actuales es la interoperabilidad en el intercambio de la información entre los dispositivos del sistema de automatización de subestaciones.

Gracias a la norma IEC 61850, dos o más IEDs del mismo fabricante, o de diferentes fabricantes, tienen la habilidad de intercambiar información y utilizar dicha información para la ejecución correcta de funciones específicas [14].

## 2.4. Tecnologías de comunicación y redes

La norma IEC 61850 está diseñada utilizando especificaciones y normas internacionales de comunicación basadas en Ethernet que permiten la codificación, decodificación, el transporte y el direccionamiento preciso de la información intercambiada entre los equipamientos a través de la red de comunicación del sistema eléctrico.

La figura 2-1 presenta la pila de protocolos utilizada actualmente en la norma IEC 61850.

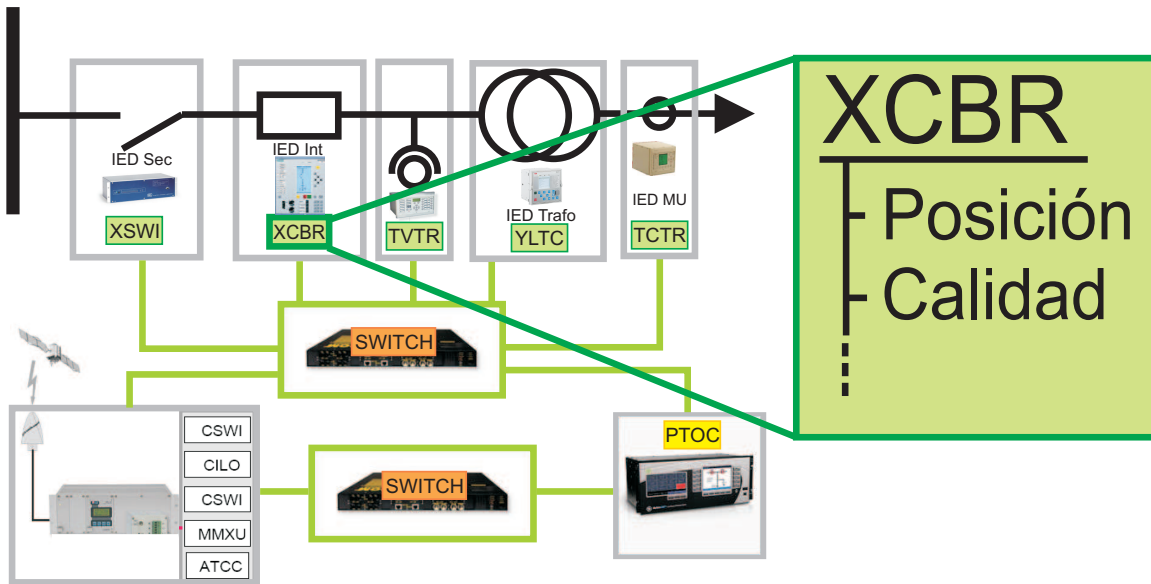


Figura 2-2: Nodos lógicos

## 2.5. Modelo de la información

La norma IEC 61850 define un modelo de información orientado a objetos, y organiza dicho modelo en tres niveles: nivel 1, nivel 2 y nivel 3. Este modelo de información provee una estructura normalizada de datos que cubre las necesidades del sistema eléctrico [15]. En las figuras 2-2 y 2-3 se presentan el modelo de información existente en sistemas de potencia reales, sus equipamientos, y la representación virtual del sistema eléctrico a través del modelo IEC 61850 que responde con el mismo comportamiento que en el mundo real, pero ejecutándose por software.

### 2.5.1. Niveles del modelo de la información

El nivel 1, o ACSI, provee las definiciones básicas de la estructura de la información, sin vincularlos con ninguna información del dominio eléctrico. Los niveles 2 y 3 son modelos específicos del dominio eléctrico utilizados en los objetos de los IEDs. A continuación, se describen en forma breve cada uno de estos niveles.

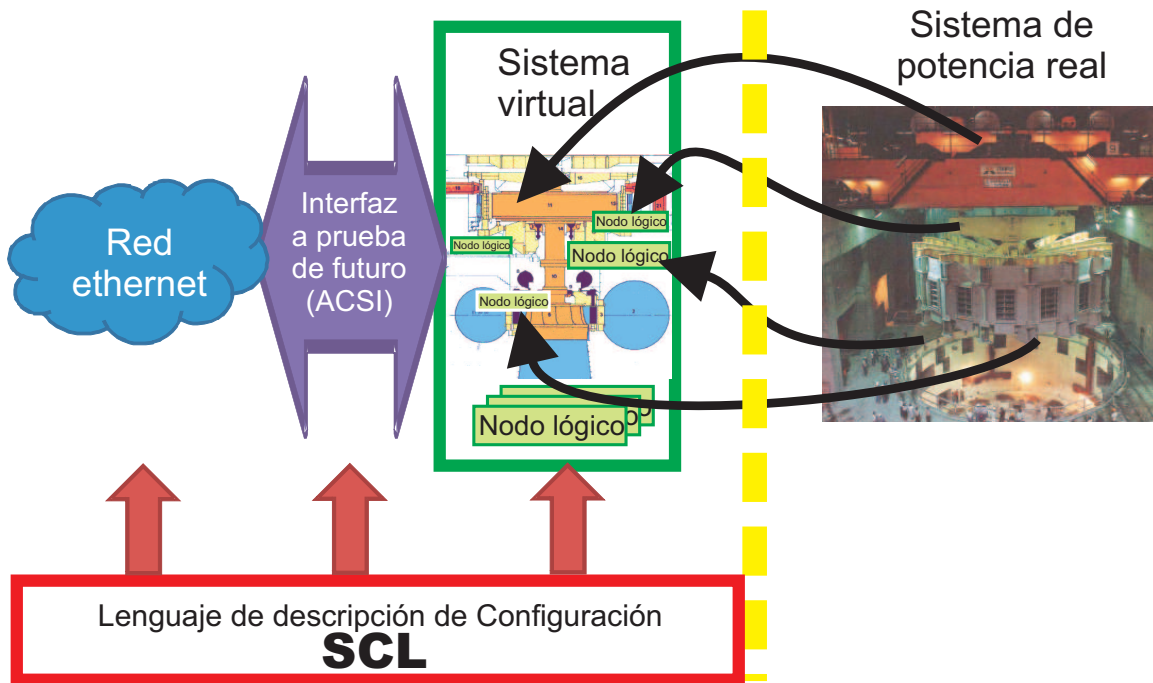


Figura 2-3: Virtualización en el contexto de la norma IEC 61850

### Nivel 1: ACSI

El ACSI tiene el rol de sentar las bases para un modelo más preciso, y a la vez más simple de la información.

La abstracción y el encubrimiento de la información son los pilares fundamentales de todo software orientado a objetos [16]. La norma IEC 61850-7-2 [7] realiza el primer paso para la abstracción de la información en base a tecnologías orientadas a objetos para proveer una descripción simplificada del sistema eléctrico enfatizando algunos detalles o propiedades del sistema, y eliminando otros detalles [17].

Los pilares del **ACSI** son:

- El modelo de información abstracto: Las clases abstractas que definen la estructura de toda la información.
- El modelo de servicios abstractos: Las interfaces abstractas definidas en el apartado IEC 61850-7-2 [7] declaran un grupo de métodos de clase que permiten a los IEDs comunicar las instancias de la clase con otras instancias. Los servicios abstractos definidos en el ACSI sirven al proyectista para conocer los siguientes

aspectos de los servicios de comunicación: su comportamiento, sus entradas, salidas, y opcionalmente el tratamiento de los errores si fuere el caso, pero sin la necesidad de conocer como ese comportamiento está implementado en el IED (el fabricante de IEDs es el responsable del mapeo de los servicios ACSI a la pila de protocolos seleccionados por la norma IEC 61850).

## **Nivel 2: Clases de Datos Comunes o CDC**

En el apartado IEC 61850–7–3 [18] los CDCs extienden las clases abstractas que se emplearon para crear la estructura básica del modelo de información definido en el ACSI.

## **Nivel 3: Nodos Lógicos y Clases de Datos compatibles**

Este nivel del modelo de la información está definido en el apartado IEC 61850–7–4, y ya es utilizado para situaciones específicas en el contexto eléctrico (en términos de diseño Orientado a Objetos (O-O) serían las definiciones de las clases finales). Los modelos del nivel 3 son definidos como *modelos de objetos compatibles* según la IEC 61850, a través de tipos de nodos lógicos compatibles y tipos de datos compatibles (por ejemplo, posición del interruptor con estampa de tiempo de calidad del dato). Son estas definiciones las que proveen la semántica al modelado de la información de los sistemas eléctricos realizada en la norma IEC 61850.

## **2.6. Funciones del Sistema de Automatización de Subestaciones**

Las funciones del Sistema de Automatización de Subestaciones (SAS) son las tareas que tienen que ser realizadas dentro de la hidroeléctrica.

En las centrales hidroeléctricas existen funciones para monitorear, controlar y proteger los equipamientos del sistema. También existen funciones para la configuración del sistema, gerenciamiento de la comunicación, o gerenciamiento del software. [19].

### 2.6.1. Libre ubicación de funciones

Desde hace más de 20 años han surgido las necesidades (y se comenzó a investigar al respecto) de tener la libertad de distribuir efectivamente en diferentes equipamientos los objetos (virtuales) que realizan tareas computacionales.

Estas frases fueron extraídas de la investigación de Jazayeri, de 1988 [20]:

*“An object on one node can send a (multicast) message to several other objects ...”* [20] (Hoy en día esto es una realidad a través de las asociaciones **MCAA** y los mensajes **GSE** definidos en las clases **ACSI**)

*“... The ability to group a set of objects and address them as one entity is important in many applications both from an efficiency point of view and from a program structuring point of view ...”* [20] (este aspecto también es una realidad, en la norma IEC 61850 se utilizan **DATA-SETs** [21], **FCD**, **FCDA**, entre otros).

*“... a final difference is that our objects are active and not reactive, in the sense that they can start up spontaneously performing operations, not necessarily only in response to method invocations. Such a facility is useful, for example, to allow objects to monitor the environment and change their behavior based on changes in the environment ...”* [20] (En el contexto de la norma IEC 61850 los objetos activos serían las clases abstractas (utilizadas como interfaz para el envío de los mensajes) **URCB**, **BRCB** a través de sus opciones de **trigger**) [20].

Las especificaciones de la norma IEC 61850, basadas en tecnologías orientadas a objetos ya maduras, consiguen atender los requisitos de disponibilidad, la filosofía de la central hidroeléctrica, requisitos de performance, costos, y el estado del arte de la tecnología.

### 2.6.2. Clasificación de las funciones según los niveles

Según los niveles en el cual el IED se desempeña, sus funciones pueden ser clasificadas en 3 grupos:

- Nivel de proceso: I/O remotas, actuadores, sensores.
- Nivel de bay: IEDs de control, monitoreo y protección



- Nivel de estación: Estación de ingeniería de la subestación, base de datos, interfaces para comunicación remota.

## 2.7. Lenguaje de descripción de Configuración de Subestaciones – SCL

El SCL tiene como objetivo describir la estructura de los equipamientos primarios del sistema de potencia, el sistema de comunicación y la comunicación a nivel de aplicación.

A nivel de aplicación, el SCL permite describir cómo los **Data Objects** están agrupados para su envío, cómo el IED despacha el intercambio de la información (**Trigger**), cuáles servicios se eligieron durante el diseño del sistema, qué datos de entrada de otros IEDs son necesitados, qué dispositivos lógicos están configurados en cada IED, sus nodos lógicos con sus respectivas plantillas e instancias.

A continuación, se enumeran los principales usos del SCL.

- Definición de la estructura del modelo de la información del sistema.
- Descripción del sistema a través de nodos lógicos.
- Vínculo de los nodos lógicos del sistema con los nodos lógicos de los IEDs.
- Creación de las conexiones lógicas.
- Definición de los métodos de intercambio de la información.
- Configuración de los parámetros de la red.
- Documentación formal del proceso de ingeniería.

### 2.7.1. Variantes SCL

Los archivos SCL, dependiendo de su contenido, según la IEC 61850–6 (Edición 1) [1] se clasifican en:

- SSD: La variante SSD (*System Specification Description*) contiene el diagrama unifilar de la subestación (a través de los elementos **Header**, **Substation** y opcionalmente el elemento **DataTypeTemplates**).
- ICD: La variante ICD (*IED Capability Description*) describe las capacidades de los IEDs (IEDs aún no configurados) (A través de los elementos **IED**, **Communication**, **Header** y **DataTypeTemplates**).
- CID: La variante CID (*Configured IED Description*) es la descripción de configuración de un IED. Incluye todas las configuraciones IEC 61850 que puedan ser configurables: asociaciones, parametrizaciones de la red, entre otros. (A través de los elementos **IED**, **Communication**, **Header** y **DataTypeTemplates**). A diferencia de la variante ICD, un CID también contiene datos de los demás IEDs con los cuales se comunica.
- SCD: La variante SCD (*Substation Configuration Description*) contiene los archivos CID y su relación con respecto a la estructura del sistema eléctrico descrito en el SSD, que también está incluido en el SCD. (Contiene todos los elementos SCL, que pueden ser observados en la figura 4-6).

## 2.8. Herramientas de ingeniería

Como apoyo fundamental para la ejecución de estas tareas, la norma IEC 61850 contempla y define las llamadas herramientas de ingeniería, que son programas altamente especializados concebidos para elaborar los archivos necesarios para especificar y configurar el sistema de automatización de una subestación eléctrica que incorpore a la norma IEC 61850 como patrón de comunicaciones [2]. Estas herramientas deberían ofrecer una amplia gama de funcionalidades, como, por ejemplo, la posibilidad de configurar dispositivos de marcas diferentes que integren un mismo sistema, con base en las características de interoperabilidad perseguidas por la norma [22].

De acuerdo a esta norma, las herramientas de ingeniería necesarias para los proyectos realizados en conformidad con la misma deben posibilitar la creación y do-

cumentación de los procesos de ingeniería, tales como: gerenciamiento del proyecto, parametrización de dispositivos y documentación del sistema de automatización de subestaciones por medio de la utilización del SCL.

## 2.9. Partes de la norma IEC 61850

La norma IEC 61850 consta de varias partes. En cada una de ellas se trata un aspecto específico sobre las redes y sistemas de comunicación de subestaciones, y por extensión, de hidroeléctricas. A continuación, se citan las partes de la norma IEC 61850 y su estado de publicación en la fecha de realización de este trabajo:

- IEC 61850–1:2003 [14]: Introduction and overview (TR Ed1:2003–04).
- IEC 61850–2:2003 [23]: Glossary (TS Ed1:2003–08).
- IEC 61850–3:2002 [24]: General requirements (IS Ed1:2002–02).
- IEC 61850–4:2002 [25]: System and project management (IS Ed1:2002–01).
- IEC 61850–5:2003 [19]: Communication requirements for functions and device models (IS Ed1:2003–07).
- IEC 61850–6:2004 [1]: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs (IS Ed1:2004–03).
- IEC 61850–7–1:2003 [26]: Basic communication structure – Principles and models (IS Ed1:2003–07).
- IEC 61850–7–2:2003 [7]: Basic communication structure – Abstract communication service interface (ACSI) (IS Ed1:2003–05).
- IEC 61850–7–3:2003 [18]: Basic communication structure – Common data classes (IS Ed1:2003–05).
- IEC 61850–7–4:2003 [27]: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data classes (IS Ed1:2003–05).

- IEC 61850-7-410:2007 [8]: Hydroelectric power plants – Communication for monitoring and control (IS Ed1:2007-08).
- IEC 61850-7-420:2009 [28]: Communications systems for distributed energy resources (DER) – Logical nodes (IS Ed1:2009-03).
- IEC 61850-7-430 [29]: Communication system for distribution feeder and network equipment (57/954/NP).
- IEC 61850-7-5:2010 [30]: Basic communication structure – Usage of information models for substation automation applications (DC 2010-08).
- IEC 61850-7-500:2010 [31]: Use of logical nodes to model functions of a substation automation system (DC 2010-08).
- IEC 61850-7-510:2009 [32]: Use of logical nodes to model functions of a hydro power plant (DC 2009-12).
- IEC 61850-7-520:2010 [33]: Use of logical nodes to model functions of distributed energy resources (Draft 2010).
- IEC 61850-7-10:2009 [34]: Web-based and structured access to the IEC 61850 information models (DC 2009-12).
- IEC 61850-8-1:2004 [9]: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 (IS Ed1:2004-05).
- IEC 61850-9-1:2003 [35]: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link (IS Ed1:2003-05).
- IEC 61850-9-2:2004 [36]: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (IS Ed1:2004-04).
- IEC 61850-80-1 [37]: Guideline to exchanging information from a CDC-based data model using IEC 60870-5-101 or IEC 60870-5-104 (TS Ed1:2008-12).

- IEC 61850-90-1 [38]: Using IEC 61850 for the communication between substations (TS Ed1:2009-08).
- IEC 61850-90-2 [39]: Using IEC 61850 for the communication between substations and control centres (Draft 2010-01).
- IEC 61850-90-3 [40]: Using IEC 61850 for Condition Monitoring (Draft 2010-06).
- IEC 61850-90-4 [41]: Network Engineering Guidelines (Draft 2010-04).
- IEC 61850-90-5 [42]: Using IEC 61850 to transmit synchrophasor information according to IEEE C37.118 (Draft 2010-06).

Cada parte de la norma está compuesta por cláusulas (en los Tissues [43] se utiliza este nombre para las secciones de cada parte de la norma), y nuevamente, cada cláusula posee uno o más párrafos. En este trabajo, al realizar las citaciones de esta norma, el autor referencia las cláusulas (en caso que sea necesario) de la siguiente forma: [14, cl. 1].

## **2.10. Partes de la norma IEC 61850 utilizadas para modelar la información de centrales hidroeléctricas**

De entre las partes mencionadas en la sección anterior destacamos las más importantes para este trabajo de modelado de la información del sistema de regulación de una unidad generadora típica de Itaipu:

- IEC 61850-7-4:2003 [27]: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data classes (IS Ed1:2003-05).
- IEC 61850-7-410:2007 [8]: Hydroelectric power plants – Communication for monitoring and control (IS Ed1:2007-08).

La parte 7-4-10 define formalmente los nodos lógicos para centrales hidroeléctricas, mientras que la parte 7-4 define los nodos lógicos más generales, utilizados tanto en hidroeléctricas, subestaciones, u otra área del sistema eléctrico.

Este apartado tiene relación con la utilización de los nodos lógicos en hidroeléctricas, pero durante la realización de este trabajo este documento aún se encontraba en proceso de redacción, y el autor de este trabajo no ha tenido acceso al borrador.

- IEC 61850-7-510:2009 [32]: Use of logical nodes to model functions of a hydro power plant (DC 2009-12).

## **2.11. Descripción del regulador de velocidad actual de una unidad generadora típica de Itaipu**

Los generadores hidroeléctricos de la Itaipu están interconectados a los sistemas eléctricos del Paraguay y del Brasil. Uno de los requisitos más importantes para dicha interconexión es que los generadores deben estar sincronizados a la frecuencia del sistema. Para ello, los sistemas de regulación de velocidad abren o cierran las paletas del distribuidor de la turbina para controlar su rotación en función a la carga, controlando así la variación de frecuencia hasta límites permitidos. El regulador de velocidad también controla la velocidad de rotación sin carga de la unidad durante la fase de puesta en marcha, permitiendo una rápida sincronización con el sistema. El papel del regulador puede extenderse a su participación en la regulación secundaria de un esquema de intercambio de cargas de potencia/frecuencia entre áreas.

Estos reguladores de velocidad se clasifican como reguladores electro-hidráulicos analógicos del tipo acelerómetro con estatismo y constan de circuitos hidráulicos encargados de mover las paletas del distribuidor (tanques, válvulas, servomotores), circuitos neumáticos que acumulan energía potencial en forma de aire comprimido que poseen un transductor electro-hidráulico que sirve como interfaz de comando y de circuitos electrónicos que controlan el desvío y la rapidez de variación de la velocidad

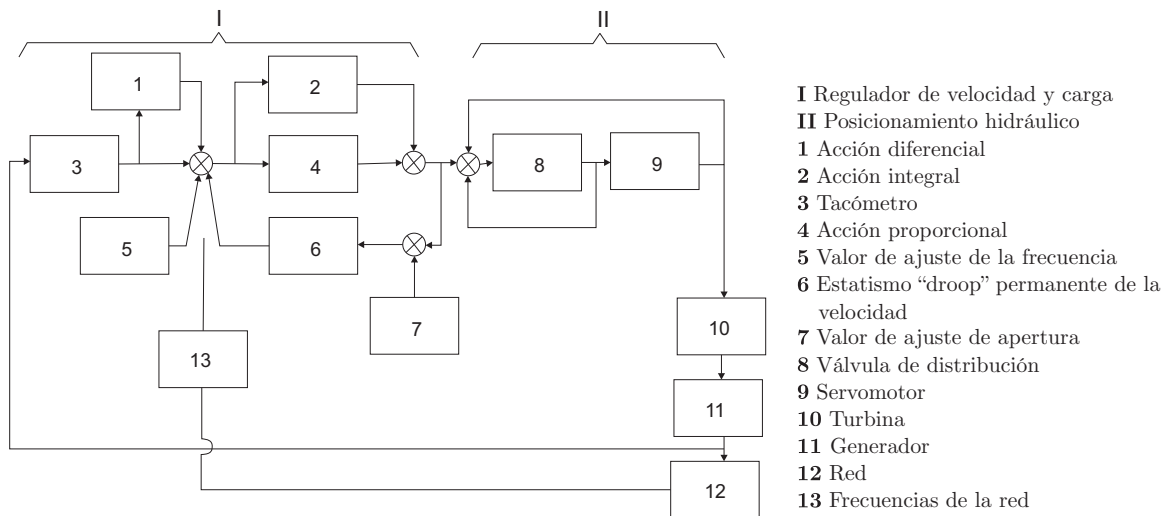


Figura 2-4: Estructura funcional del regulador Rapid 77

de rotación de la unidad generadora a través de una acción proporcional, integral y derivativa (PID).

El documento [44] describe la estructura del regulador de velocidad de la siguiente manera: “El regulador de velocidad ‘Rapid 77’ posee una estructura en dos niveles jerárquicos, en la cual el sector de la regulación de velocidad y de carga se halla física y funcionalmente separado del sector de posicionamiento. La realimentación para el PID es tomada desde la señal eléctrica suministrada a la válvula principal de distribución del aceite, y el circuito hidráulico de los servomotores, que sirve para posicionar los álabes del distribuidor, posee sus propios medios de realimentación por vía de una señal tomada de los transductores ubicados sobre el mecanismo de operación de los álabes y sobre el husillo de la válvula principal de distribución, véase la figura 2-4. Esta estructura en dos niveles facilita la configuración del regulador de velocidad, asiste al mantenimiento y mejora la confiabilidad operacional.” La tabla 2.1 describe este esquema de la figura 2-4.

### 2.11.1. Características básicas

El sistema de regulación actual está constituido por tres circuitos: El circuito hidráulico, el circuito de aire comprimido, y el circuito regulador electrónico, cuyo

esquema funcional es indicado en la figura 2-6.

### **El circuito regulador electrónico**

Básicamente, está compuesto de:

- Circuitos sensibles a la frecuencia del grupo
- Dispositivos de regulación de carga – frecuencia y retroalimentaciones de potencia y de apertura.
- Mezclador general y amplificador de potencia.
- Limitador de apertura o de potencia.
- Circuito posicionador y amplificador de potencia.
- Circuito taquimétrico auxiliar.

### **El circuito hidráulico**

El principio de funcionamiento y su conjunción con el circuito eléctrico se encuentra esquemáticamente descrito en la figura 2-5. Sus componentes básicos son:

- Transductor electro – hidráulico (Actuador)
- Válvula distribuidora
- Servomotor
- Tanques de aire/aceite
- Bombas de aceite
- Válvula de aislamiento
- Sistema de amortiguamiento
- Sobrevelocidad hidromecánica
- Tanque de aceite (tanque sin presión)



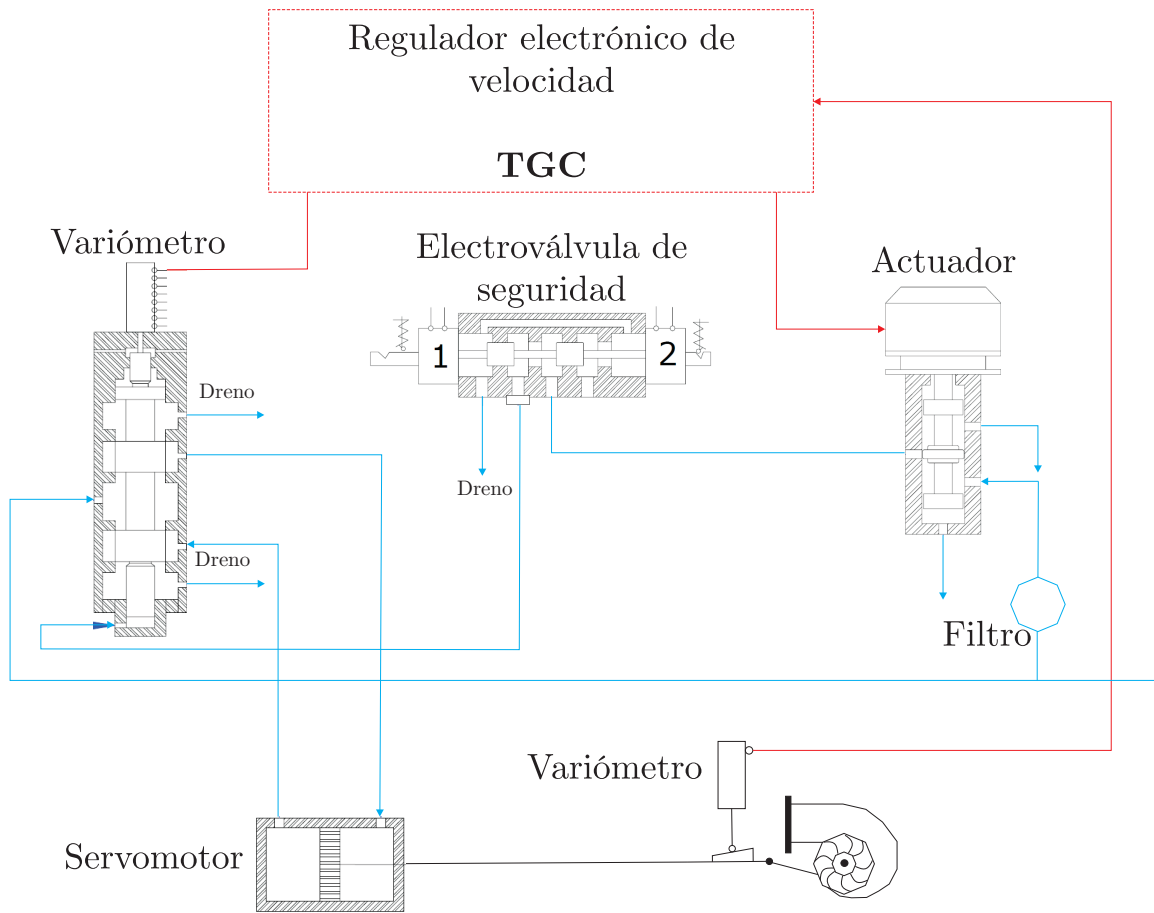


Figura 2-5: Esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador

### El sistema de aire comprimido

- Grupo moto-compresores de alta presión (3 etapas).
- Tanque de aire comprimido
- Eletroválvula BE

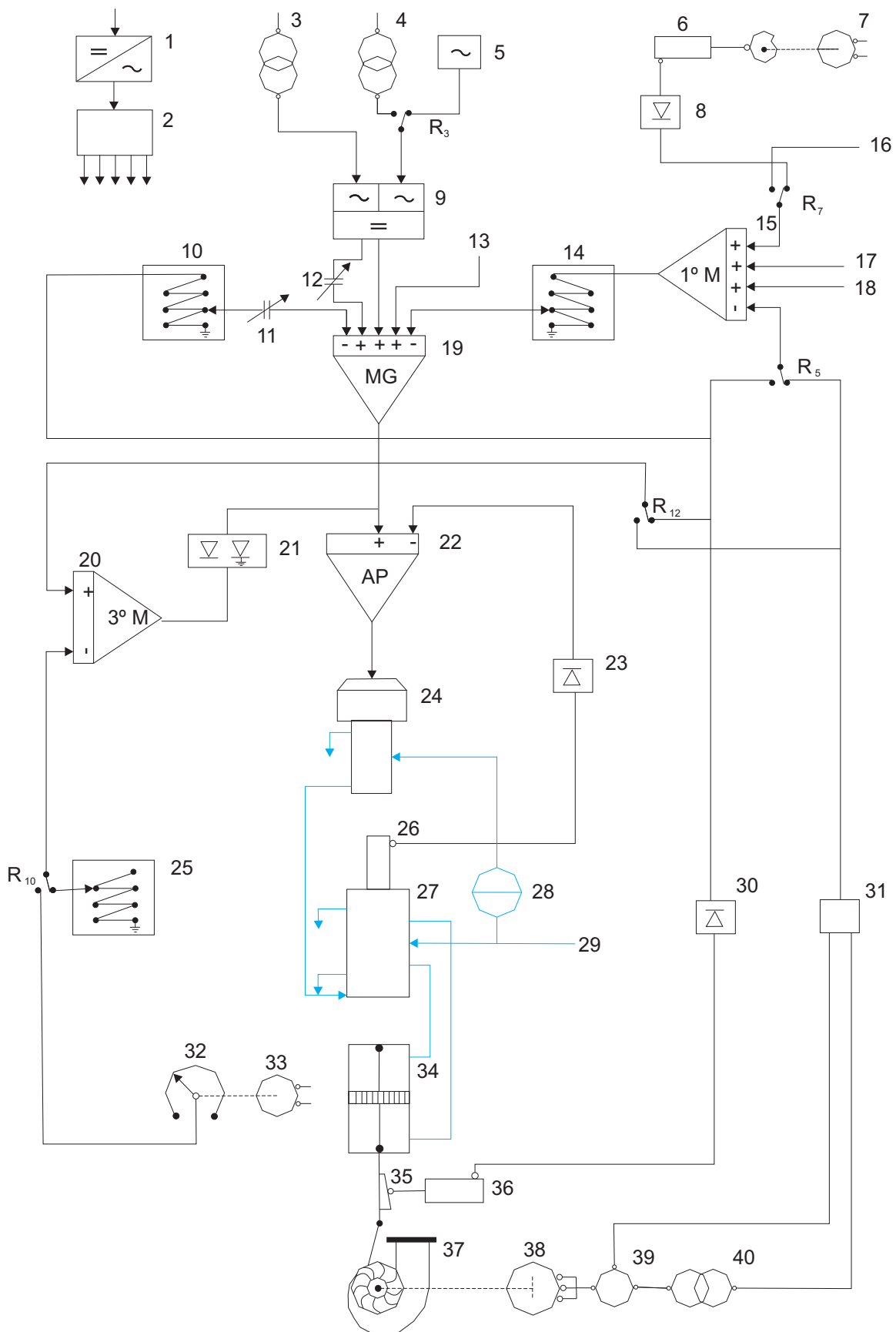


Figura 2-6: Esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador.

Nro.	Descripción	Nro.	Descripción
1	Convertidor estático	24	Actuador
2	Repartidor de tensión	25	Polarización de marcha en vacío
3	Transformador de tensión del grupo	26	Variómetro de retroceso del distribuidor
4	Transformador de tensión de la red	27	Distribuidor hidráulico
5	Cuarzo patrón de frecuencia	28	Filtro de aceite
6	Variómetro de carga - frecuencia	29	Circuito hidráulico de regulación
7	Motoreductor	30	Detección
8	Detección	31	Transductor vatimétrico
9	Circuito frecuencimétrico	32	Potenciómetro de consigna del limitador-de abertura
10	Regulación del estatismo transitorio	33	Moto reductor
11	Regulación del Tr del estatismo transitorio	34	Servomotor
12	Regulación del Tv del acelerómetro	35	Leva
13	Orden exterior	36	Variómetro de retroceso del servomotor
14	Regulación del estatismo permanente	37	Turbina
15	Primer mezclador	38	Alternador
16	Programa	39	TC del alternador
17	Teleregulación	40	TP del alternador
18	Orden exterior	R3	Relé de sincronización
19	Mezclador general	R5	Elección de retroalimentación de potencia o de abertura
20	Comparador limitador	R7	Programa o carga - frecuencia
21	Circuito limitador	R10	En reposo antes de acoplar
22	Amplificador de potencia	R12	Elección entre limitador de abertura o de potencia
23	Detección		

Tabla 2.1: Descripción de ítems del esquema funcional del conjunto electro-hidráulico del regulador

# Capítulo 3

## Planteamiento del problema

### 3.1. Introducción

Este capítulo plantea el problema abordado en esta investigación: el diseño de los modelos de nodos lógicos y servicios de comunicación a ser utilizados en el sistema de regulación de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu. El planteamiento del problema se realiza a través de una serie de requisitos que debe cumplir el diseño. Estos requisitos fueron formulados después de la finalización del anteproyecto y, una vez obtenidos los conocimientos más relevantes de la norma IEC 61850. Es el resultado del análisis del sistema.

El proceso de ingeniería IEC 61850 en centrales hidroeléctricas presenta nuevos retos que no se encuentran en el ámbito de subestaciones. Los desafíos encontrados son citados en este capítulo.

### 3.2. Requisitos del diseño

En esta sección se identifican las necesidades y condiciones que debe satisfacer el diseño del modelo de nodos lógicos y servicios de comunicación de los sistemas de automatización del regulador de velocidad. Estos requisitos fueron elaborados acorde a las directrices de gerenciamiento de proyecto dadas en la IEC 61850-3 [25] y procedimientos básicos recomendados para la especificación de requisitos de software

conforme a la norma IEEE 830 [45] (En la ingeniería de software se utiliza el término “*Especificación de requisitos de software*” para contenidos similares a esta sección, sin embargo, en este trabajo se utiliza simplemente el término “*Requisitos del diseño*” o “*Definición de los requisitos de diseño*” debido a que en el contexto de la automatización de sistemas de energía eléctrica el término “*Especificación*” es utilizado con un significado y un contexto bien definidos, distintos a lo expuesto en esta sección).

### **3.2.1. Requisitos para la obtención del diseño de este modelo en conformidad con la norma IEC 61850**

- Los nodos lógicos deben ser obtenidos de las partes 7–4 [27] y 7–4–10 [8] de la norma IEC 61850.
- Las nomenclaturas técnicas para la designación de los objetos en los diseños de ingeniería y la identificación de señales [1, cl. 8.4] deben estar en armonía con las directrices definidas por la Itaipu Binacional en el marco de actualización tecnológica de la central. En el caso que no sea posible obtener dichas informaciones se utilizará la norma IEC 61346 [46] para el efecto.
- Los archivos SCL generados durante el proyecto deben ser validados acorde al XML Shema definido en la norma IEC 61850-6 [1]. Para este trabajo, no es requisito la conformidad con los Tissues [43].

### **3.2.2. Requisitos tecnológicos**

Los diseños realizados en este trabajo, en la medida de lo posible, deben tener en cuenta el estado del arte de las implementaciones de la norma IEC 61850 existentes en el mercado (para subestaciones, debido a que aún no existen implementaciones comerciales de los nodos lógicos de monitoreo y control para hidroeléctricas). La identificación (a grandes rasgos) de los problemas técnicos existentes para la fabricación de dispositivos que implementen las definiciones de la norma IEC 61850 ayuda al proceso de especificación de equipos, pues de esta forma el mercado podrá ofertar el

producto deseado en los plazos establecidos.<sup>1</sup>

Para ello, las siguientes consideraciones son necesarias:

- Identificación de los servicios de comunicación definidos por la norma IEC 61850 que ya están implementados en dispositivos totalmente funcionales y disponibles en el mercado, o bien están en proceso de consolidación.
- Los nodos lógicos podrán ser utilizados en su totalidad, sin limitarse a la utilización de nodos lógicos disponibles en el mercado, debiendo evitarse en lo posible la utilización de los nodos lógicos del grupo G de la IEC 61850-7-4 [27, cl. 5.7] si existen los nodos lógicos especializados, adecuados para el efecto<sup>2</sup>.
- En caso que no existan los nodos lógicos que cubran las necesidades del diseño del modelo del regulador de velocidad de Itaipu se deberá proponer la extensión o complementación de los nodos lógicos de la norma IEC 61850.

### 3.2.3. Requisitos para la documentación del diseño

Se requiere documentar adecuadamente todo el proceso de ingeniería aplicado durante el proyecto a través de:

- Planos de la arquitectura referencial del sistema y del modelo IEC 61850.
- Tablas de la plantilla de los nodos lógicos utilizados, identificando inclusive los Data Objects seleccionados.
- Descripción formal en SCL de la plantilla de los nodos lógicos utilizados, identificando los Data Objects seleccionados.
- Tablas de las instancias de los nodos lógicos, en sus correspondientes Logical Devices e IEDs.

---

<sup>1</sup>No todos los nodos lógicos ni servicios de comunicación definidos por la norma IEC 61850 están implementados en el mercado

<sup>2</sup>Dicho requisito se debe a que la utilización de los nodos lógicos genéricos pierden las definiciones semánticas (congruencia de la información en términos y significado) que se intenta establecer con la implementación de los nodos lógicos especializados definidos en toda la IEC 61850-7-4-x [27], [8], [28], [29]

- Descripción formal en SCL de las instancias de los nodos lógicos, en sus correspondientes Logical Devices e IEDs.

### **3.3. Desafíos encontrados al realizar el diseño**

Debido a que durante el transcurrir de este trabajo no se ha encontrado en el mercado ningún IED regulador de velocidad de turbinas hidroeléctricas que implemente la norma IEC 61850-7-4-10 [8] se ha vuelto difícil hallar un punto de partida para definir los procesos de ingeniería adecuados para el efecto. De hecho, las herramientas de ingeniería tampoco proporcionan un soporte completo para los proyectos IEC 61850 en hidroeléctricas.

Otro problema importante fue la falta literatura sobre la norma IEC 61850-7-4-10 [8]. A la fecha de culminación de este trabajo no se encontraban disponibles documentos públicos oficiales publicados por la IEC que describan la combinación adecuada de los nodos lógicos definidos por la norma IEC 61850-7-4-10 [8] para conformar las funciones de monitoreo y control correspondientes. En el ámbito de subestaciones las cláusulas 8, 9 y 11 de la IEC 61850-5 [19] proveen un punto de partida muy importante para el modelado de las funciones del sistema gracias a la combinación correcta de los nodos lógicos definidos en la IEC 61850-7-4 [27]. El autor de este trabajo tiene entendido que los documentos oficiales que describen aspectos relevantes del diseño de modelos de sistemas IEC 61850 para hidroeléctricas están en proceso de elaboración, y serán publicados bajo la serie IEC 61850-7-510 [32].

### **3.4. Importancia de la resolución del problema propuesto**

La norma IEC 61850 define un modelo de información capaz de ajustarse a filosofía de la empresa generadora de energía. Debido a ello, la definición de las plantillas de tipos de datos basados en las definiciones de modelos de información de la norma IEC 61850 y sus respectivas instancias implementadas en el sistema de monitoreo y control

que se adapten al desempeño particularmente estricto de la regulación de velocidad de las unidades generadoras de Itaipu, que son muy importantes para el sistema interconectado Paraguay–Brasil, contribuyen al proceso de ingeniería IEC 61850 que formaría parte de la especificación de los nuevos IEDs reguladores de velocidad que serán adquiridos en el marco de actualización tecnológica de la Itaipu Binacional.



# Capítulo 4

## Enfoque del proceso de ingeniería IEC 61850 propuesto por el autor para la resolución del problema

### 4.1. Introducción

La norma IEC 61850 propone, de manera flexible, una serie de pasos alternativos para abordar el proceso de construcción de los sistemas y redes de comunicación en las subestaciones. Un mismo problema puede ser resuelto de diversas maneras, y esto puede ser evidenciado analizando el flujo de trabajo propuesto por las herramientas de ingeniería disponibles actualmente en el mercado.

Tras la experiencia obtenida en el PTI durante la realización de este trabajo [22], el autor ha seleccionado el proceso de ingeniería que más se adapte a las necesidades encontradas para la elaboración del modelo adecuado para los sistemas de comunicación y redes del regualdor de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu.

El enfoque que se presenta en este capítulo trata de adecuarse a la realidad del entorno de mercado y de los recursos disponibles, con el objetivo de obtener un diseño que en un futuro ayude a la construcción del nuevo sistema IEC 61850 en las unidades generadoras de Itaipu Binacional. Un enfoque adecuado permite obtener un diseño

que cubra las necesidades reales del sistema, y haciendo realidad la promesa de la norma IEC 61850: sistemas a prueba de futuro.

El diseño de las plantillas de tipos de datos y la definición de sus correspondientes instancias en los IEDs se puede realizar de diversas formas. El enfoque presentado en este trabajo tiene como objetivo estar en armonía con el enfoque utilizado en la Itaipu Binacional en la primera especificación de equipos IEC 61850 para la línea de 500KV [47], cuya licitación internacional se ha hecho pública en octubre del 2010. Además se propone enriquecer dicho enfoque con la especificación de los Data Objects y sus respectivas instancias en IEDs, los cuales, según la visión del autor de este trabajo, ayudaría a mejorar el diseño de sistemas a prueba de futuro.

El modelo de información de la norma IEC 61850 se clasifica como un sistema O-O. Es necesario tener una clara comprensión de la tecnología O-O para aplicar correctamente el proceso de ingeniería propuesto en este capítulo. Por esta razón, esta sección describe en forma bien selectiva la tecnología O-O en la cual la norma IEC 61850 se ha apoyado. No se describen todos los principios orientados a objetos, sólo se presentan los fundamentos necesarios para entender el modelo de información con el cual se contruyó la norma IEC 61850. Se provee una descripción detallada de los fundamentos del paradigma O-O seleccionados a través de implementaciones prácticas en lenguajes de programación O-O populares [48], UML [2] y se proveen materiales de referencia para su profundización.

## **4.2. Estado del arte del proceso de ingeniería IEC 61850**

Durante la experiencia adquirida con el uso de herramientas de ingeniería IEC 61850 [22], el autor ha observado que el uso de estas herramientas como apoyo a la elaboración de especificaciones y proyectos ejecutivos es un campo muy nuevo en el área de la ingeniería eléctrica. Todas las herramientas disponibles en el mercado se encuentran en sus primeras versiones estables, y existen muchas teorías, discusiones

y debates vigentes respecto de las características necesarias en una herramienta de este tipo para soportar el proceso de ingeniería IEC 61850.

Las diversas herramientas tercerizadas existentes en el mercado implementan lo establecido abstractamente por la IEC61850 usando metodologías y flujos de trabajo diferentes en mayor o menor grado, en ocasiones con interpretaciones diferentes de lo establecido por la norma. Esto es natural, considerando la complejidad de la misma y que estas son las primeras implementaciones prácticas disponibles hoy en día como productos comerciales.

Las herramientas Helinks y Visual SCL proponen utilizar flujos de trabajo similares. Dichas herramientas han sido diseñadas para asistir el proceso de ingeniería denominado “*Top down engineering*”, que consiste básicamente en la especificación del sistema a través de la variante SSD, la selección e inclusión de los ICDs que realicen las funciones definidas en el SSD, y la configuración completa del sistema a través de la variante SCD donde se realizan referencias cruzadas entre los archivos ICD y el SSD.

La herramienta H&S STS fue diseñada para trabajar con el mismo flujo de trabajo que las dos herramientas arriba mencionadas, pero como paso alternativo, propone que el proyectista diseñe los de ICDs en modo gráfico a partir del SSD, para especificar los IEDs (con sus ICDs) a ser comprados para el proyecto. De hecho, esto también puede ser realizado en las herramientas anteriores, pero no fueron optimizadas para ello, por lo tanto, no dan mucha asistencia al proyectista.

La herramienta Kalkitech SCL Manager también propone el mismo flujo de trabajo que las dos primeras herramientas mencionadas, y además tiene un módulo para crear variantes ICD.

La herramienta de ingeniería Atlan61850 propone iniciar el proceso de ingeniería con la inclusión de los ICDs en el proyecto, omitiendo el uso de la variante SSD, y creando directamente los CIDs correspondientes. A este enfoque se lo denomina “*Bottom up engineering*”.

El autor de este trabajo ha analizado las posibilidades de utilizar estas herramientas durante el proceso de ingeniería, pero debido a las dificultades encontradas (Helinks

no posee el nodo lógico **KTNK**, en la versión demo de Kalkitech SCL Manager no es posible guardar el proyecto, en la versión demo de H&S STS se habilitan menos de una decena de nodos lógicos de subestaciones, y la herramienta Atlan61850 acepta los ICDs y XSDs desarrollados por el autor pero requiere la profundidad del ICD hasta los **DAI** para manejar todos los puntos del sistema) el autor no ha utilizado una sola herramienta, sino que utiliza un enfoque mixto usando varias herramientas para definir un nuevo enfoque, adecuado al problema planteado, que será explicado en este capítulo.

### 4.3. Documentación automática de este trabajo

La norma IEC 61082 [10] recomienda una serie de principios para la generación automática de documentos sobre electrotecnología.

Las ventajas de este enfoque son muy claras: *“Cuando la información es guardada en un formato independiente de cualquier presentación, esta información puede ser accesible con diferentes vistas y formatos en el momento en que sea necesitado y en la forma más adecuada para los fines previstos.”* [10]

El proceso puede ser observado en la figura 4-1.

Considerando que el SCL permite expresar de manera formal todo el proyecto IEC 61850, resulta muy sencillo realizar la documentación automática de este proyecto. Es posible leer los archivos SCL donde se encuentran los modelos de información mediante lenguajes de programación que provean librerías para la lectura de archivos XML. En este trabajo se ha utilizado el lenguaje de programación orientado a objetos *Python 2.6*, que a partir de los ICDs diseñados durante el proceso de ingeniería, ha generado en forma automática las tablas del capítulo 5, siguiendo las recomendaciones de la norma IEC 61082 [10]

Por lo tanto, de aquí en más, todo el proceso de ingeniería utilizado en este trabajo expresa el flujo de trabajo y los diseños en términos de SCL, y los gráficos se presentan como complemento.

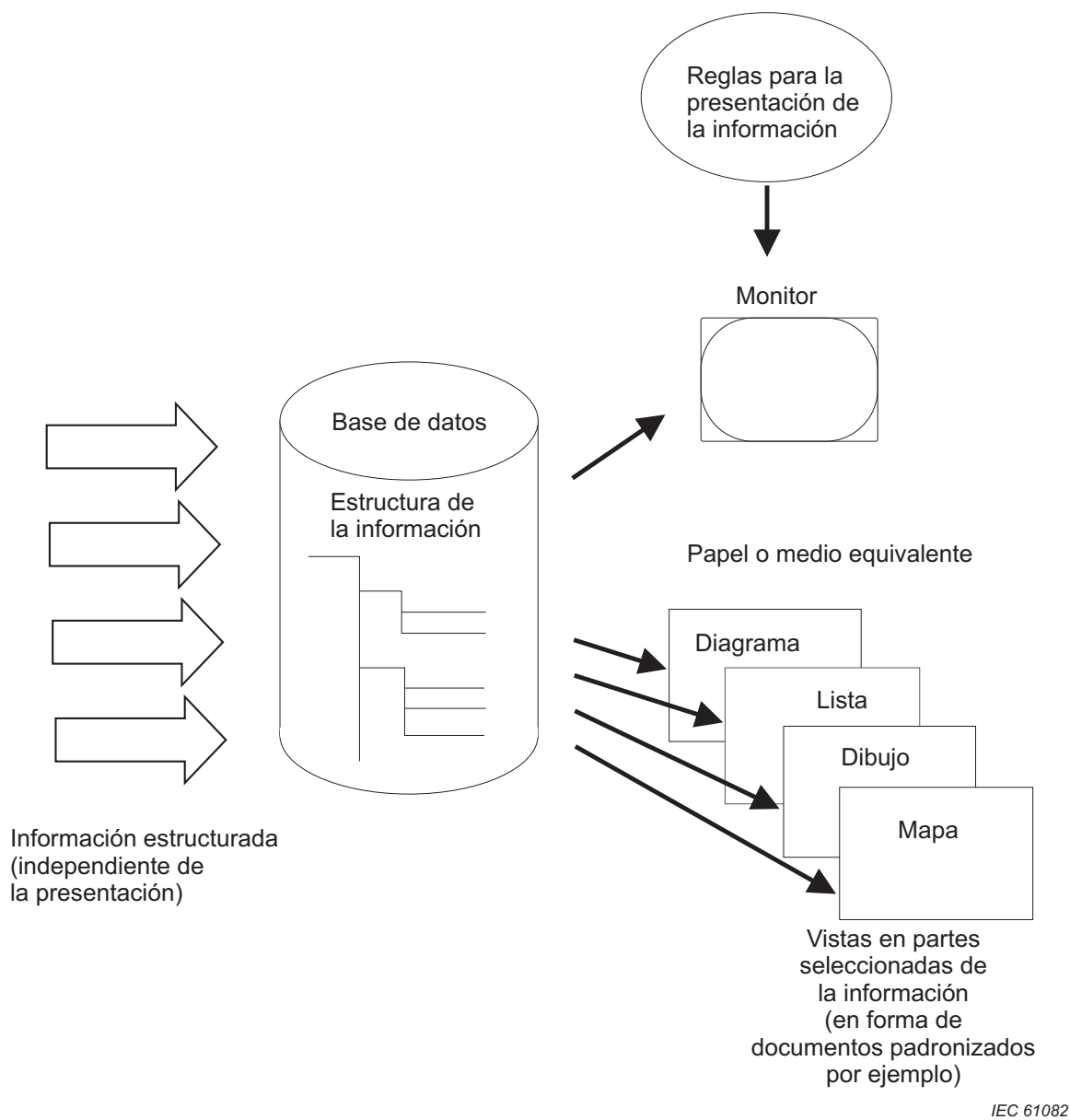
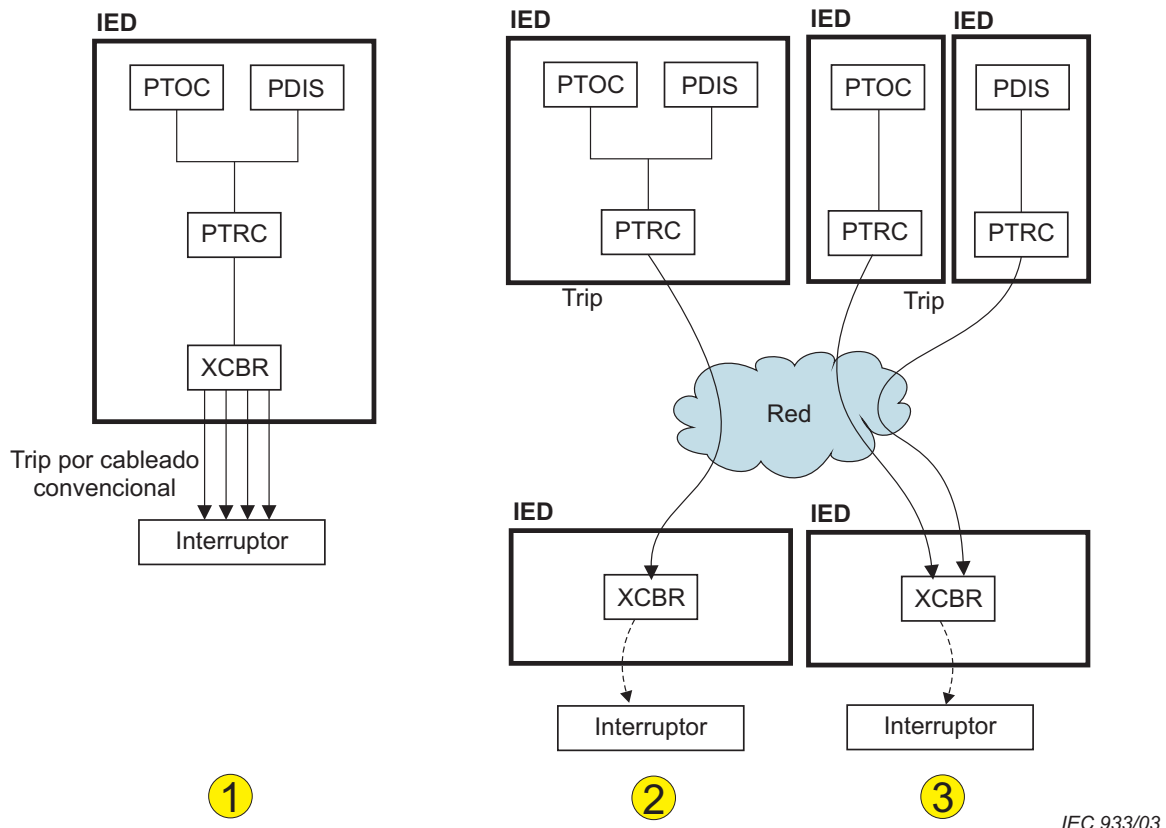


Figura 4-1: Enfoque propuesto por la norma IEC 61802 para la generación de documentos sobre electrotecnología



IEC 933/03

Figura 4-2: Virtualización de un interruptor

#### 4.4. Virtualización IEC 61850 de unidades generadoras de centrales hidroeléctricas

Existen dos posibles enfoques para la definición de los nodos lógicos de un sistema IEC 61850:

1. Definición de los modelos de nodos lógicos de los puntos de comunicación entre dispositivos IEC 61850.
2. Definición de los modelos de nodos lógicos de los puntos de comunicación entre dispositivos IEC 61850, y virtualización IEC 61850 de toda la planta (incluso si el dato no será transmitido por la red).

El autor de este trabajo opta por diseñar el modelo conforme al segundo enfoque mencionado arriba. Este enfoque presenta muchas ventajas, dado que se dota al sis-

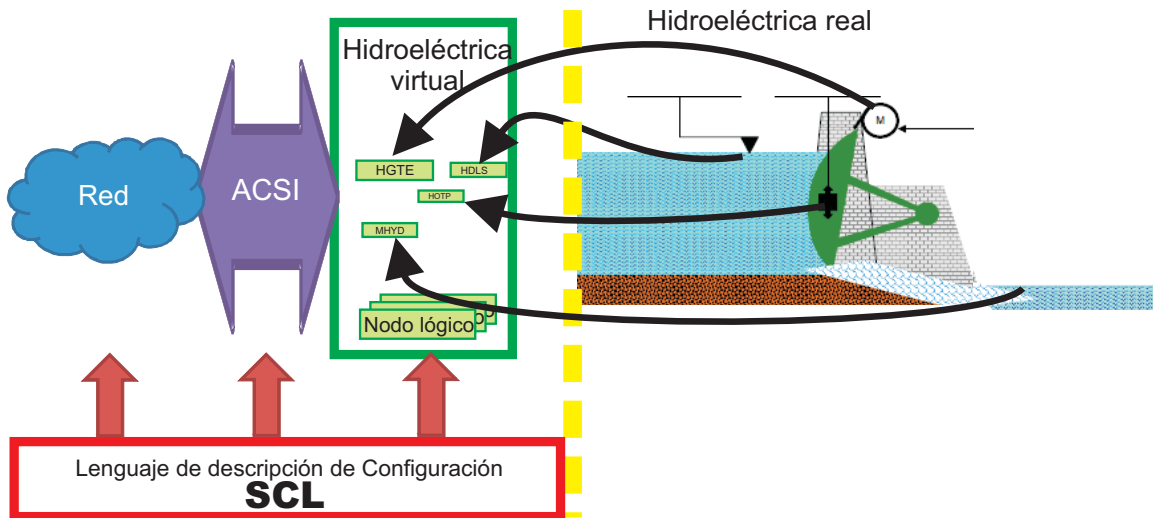


Figura 4-3: Virtualización IEC 61850 de una central hidroeléctrica

tema de una semántica muy detallada de toda la planta. Una primera aproximación puede ser observada en la figura 4-3.

En la figura 4-2 obtenida del apartado IEC 61850–7–1 [26] se observa, un interruptor virtualizado con el nodo lógico **XCBR**. En el caso (1) el interruptor físico recibe comunicación del IED (que se puede encontrar a nivel de bay, por ejemplo) a través de cableado convencional, y el IED puede utilizar el nodo lógico **XCBR** para activar los comandos de apertura o cierre, de acuerdo a las condiciones de trip definidos en el nodo lógico **PTRC**. En el mercado existen IEDs que permiten asignar a los contactos físicos binarios los comandos de apertura o cierre vía cableado convencional, como así también existen IEDs que tienen los nodos lógicos desde el **PTOC** por ejemplo, hasta el **PTRC**, pero sin incluir el **XCBR**, pero permitiendo el accionamiento del interruptor por cableado convencional. Para este tipo de IEDs se pierde parte de la semántica que podría obtenerse con la virtualización del interruptor. En caso de que se tenga el nodo lógico **XCBR**, siempre considerando el caso 1 de la figura 4-2, se pueden utilizar datos semánticos por norma (del **XCBR**) en las lógicas del IED (que se encuentran fuera del alcance de la norma IEC 61850), con lo que la complejidad del SAS se simplifica.

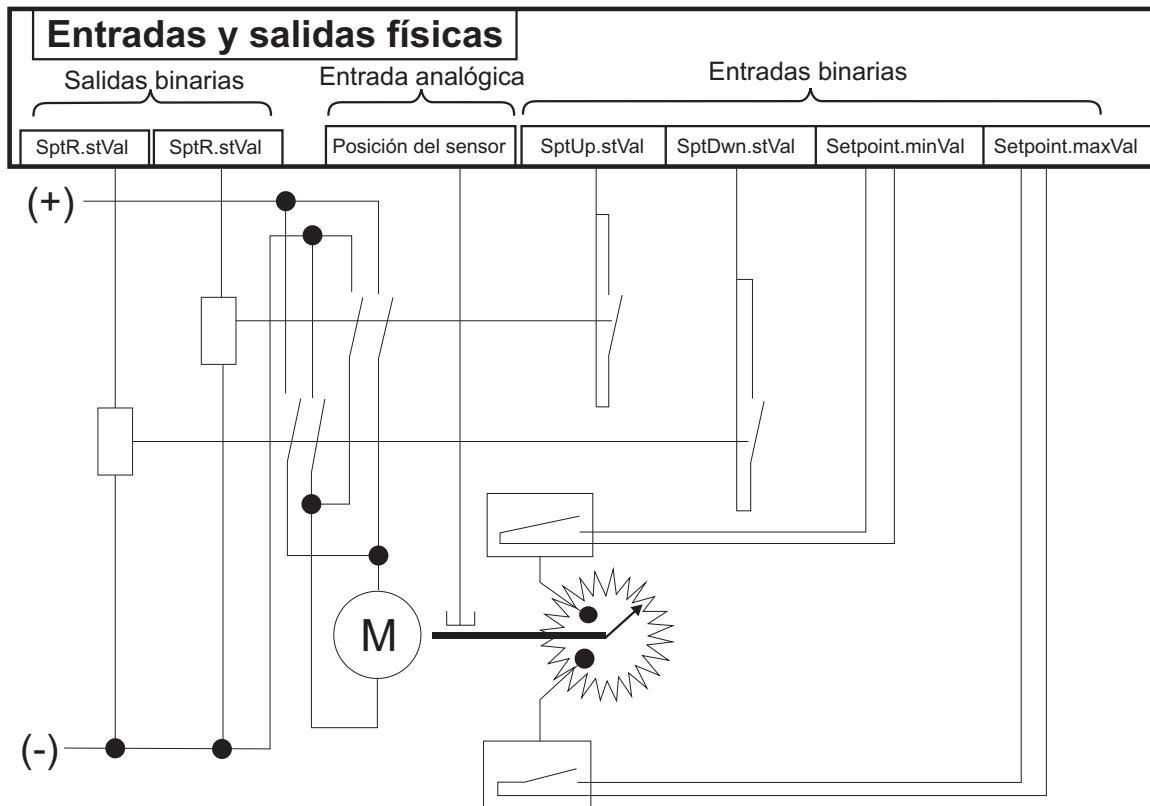


Figura 4-4: Virtualización de una interfaz física con un potenciómetro motorizado

En los casos (2) y (3) de la figura 4-2 se pueden observar como se distribuye una función del SAS entre varios IEDs. El hecho de poseer un modelo de nodos lógicos que incluya el **XCBR** para este ejemplo, disminuiría considerablemente los cambios en el proyecto para en un futuro migrar la función centralizada (caso 1) a una función distribuida entre varios IEDs (casos 2 y 3).

Este mismo principio es totalmente aplicable en el diseño de modelos IEC 61850 de hidroeléctricas, y vuelve a ser esbozado en el apartado IEC 61850-7-4-10 [8] a través de la figura 4-4, donde se puede visualizar la virtualización de la interfaz física con un potenciómetro motorizado a través del nodo lógico **FSPT**, que es utilizado, entre otras cosas, para indicar valores de funciones de control.

Entonces, siguiendo este enfoque, se han virtualizado numerosos datos del sistema a través de nodos lógicos que contienen el CDC **SAV**, que es utilizado para bus de proceso. Si bien no se utilizará el bus de proceso para todos los nodos lógicos que



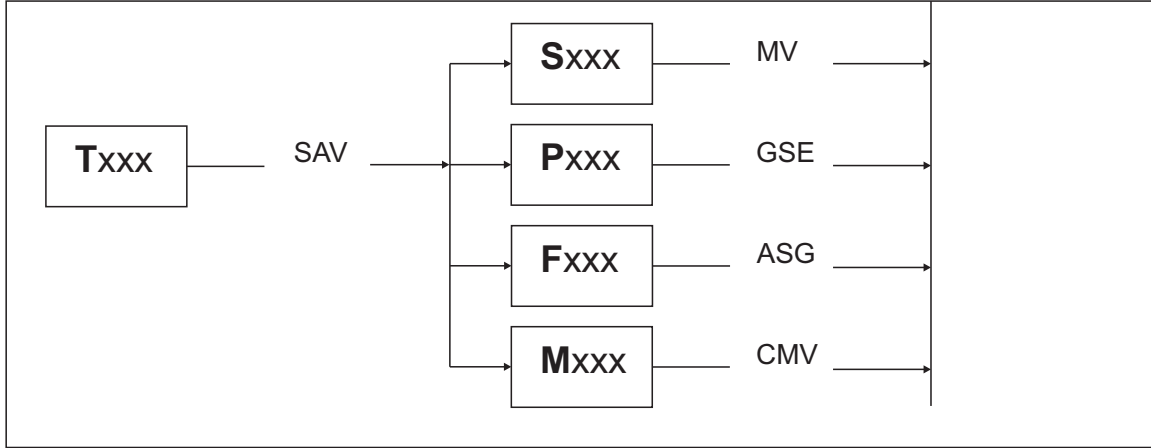


Figura 4-5: Los nodos lógicos del grupo T utilizan el bus de proceso (IEC 61850-9-x)

contengan **CDCs SAV**, se aplica el mismo principio de virtualización del interruptor (**XCBR**) explicado en los párrafos anteriores.

Los principales nodos lógicos de la norma IEC 61850-7-4-10 [8] que están compuestos por **CDCs SAV** son los del grupo T. Es posible observar la interacción de este nodo lógico con los nodos lógicos del bus de estación en la figura 4-5, obtenida de [8].

## 4.5. Proceso de ingeniería totalmente basado en SCL

El flujo de trabajo a ser adoptado durante el proceso de ingeniería IEC 61850 de una subestación permite diseñar el sistema acorde a lo indicado en el apartado IEC 61850-7-1 [26, cl. 6], [26, cl. 7.2], [26, cl. 8.2]. Todo el diseño del sistema se puede describir mediante el SCL, siguiendo los pasos indicados en el apartado IEC 61850-6 [1, cl. 5], siempre considerando los requisitos que exige el diseño, según las definiciones del apartado IEC 61850-4 [25, cl. 5].

El SCL es la parte más importante de la serie IEC 61850 [49], pues todo el proceso de ingeniería puede apoyarse en este lenguaje. Todas las demás partes de la norma (correspondientes al diseño de sistemas), pueden ser expresadas a través del SCL.

Durante el transcurrir de este capítulo se demuestra la viabilidad técnica de la utilización del SCL durante todo el proceso de ingeniería IEC 61850.

Como primer paso para dicha demostración, es imprescindible identificar el modelo de información del sistema que puede ser diseñado mediante SCL y sus respectivas reglas de utilización. Aplicando ingeniería inversa a los XSDs [50] de IEC 61850-6 [1] es posible visualizar con mayor facilidad los **SCL XML Shemas** a través del Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

A medida que en este capítulo se van identificando las posibilidades que ofrece el SCL, el autor concibe el enfoque más adecuado para resolver el problema planteado.

## 4.6. Descripción del modelo IEC 61850 orientado a objetos mediante SCL

El SCL, como se ha mencionado en los capítulos introductorios, define básicamente 5 grandes partes:

1. Header
2. Substation
3. Communication
4. IED
5. DataTypeTemplates

La representación en UML de estas 5 partes mencionadas es presentada en la figura 4-6.

Antes de explicar estas partes con la profundidad adecuada, es necesario formular una definición precisa del paradigma O-O. Muchos autores ya han formulado definiciones precisas [51] [52] [53] [54], y la definición de Lastly, Wegner [55] ha sido la más aceptada [56]. Wegner define el paradigma O-O en términos de objetos, clases y herencia.

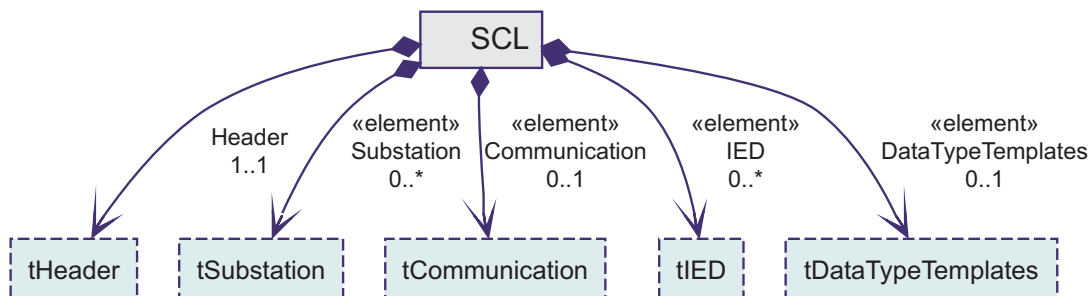


Figura 4-6: Partes principales del SCL

“ *Los objetos son entidades autónomas que responden a mensajes u operaciones y comparten un estado. Las clases clasifican objetos por sus operaciones comunes. La herencia sirve para clasificar clases con respecto a su comportamiento común. La abstracción de datos esconde (simplifica) la representación de datos y su implementación de operaciones* ” [55]. Esto es:

orientado a objetos = objetos + clases + herencia

La metodología que utilizó la norma IEC 61850 para la creación del SCL y los modelos de información definidos formalmente en IEC 61850-7-x [26] [7] [18] [27] [8] enfoca la organización del modelo a través de la creación de objetos de la siguiente forma: Los objetos guardan el dato y tienen un comportamiento propio con una forma particular para agrupar la información por funcionalidades comunes y estructuras comunes de la información. Este enfoque permite empaquetar un conjunto de acciones comunes, manejar una pequeña cantidad de variables en lugar de múltiples variables, organizar comportamientos comunes agrupándolos y estructurando los sistemas lógicos de forma a que representen al mundo real.

## 4.7. DataTypeTemplates

El elemento *DataTypeTemplate* y todos sus elementos hijos serían lo más próximo a definiciones de clase. Si bien sabemos que los archivos XML se utilizan generalmente

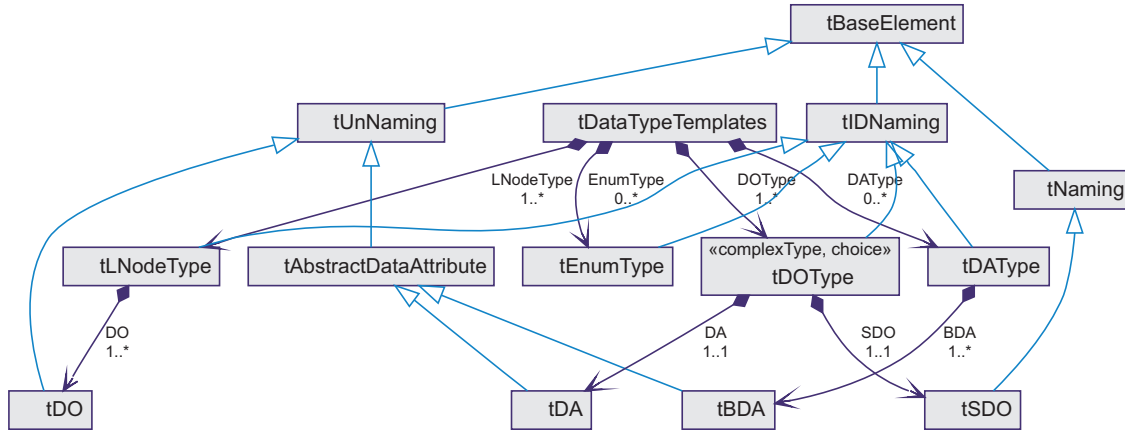


Figura 4-7: Diagrama de clases simplificado del elemento *DataTypeTemplate* del SCL, incluyendo sus clases abstractas

como mecanismo para la Serialización de objetos (SO), en realidad el *DataTypeTemplate* es lo más cercano a la definición de clases del paradigma O-O, pues los elementos hijos de *DataTypeTemplates* sirven como plantillas a través del cual las instancias son creadas en un IED. De hecho, también puede relacionarse un *DataTypeTemplate* directamente con el modelo de información inicialmente ubicado en el elemento *Substation*, pero considerando que el SCL XML Schema no define vínculos obligatorios entre el elemento *Substation* y el elemento *DataTypeTemplate* (en el elemento *IED* sí lo hace), entonces en este trabajo se optó por vincular directamente el *DataTypeTemplate* con el elemento *IED* de cada IED Capability Description (ICD). En la figuras 4-9 y 4-10 se pueden observar los diagramas de clases del *DataTypeTemplate*. Los mismos diagramas, en forma simplificada, son proveidos en las figuras 4-7 y 4-8.

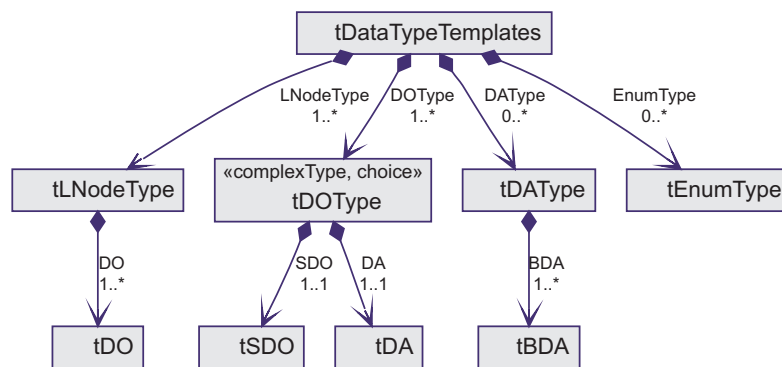


Figura 4-8: Diagrama de clases simplificado del elemento *DataTypeTemplate* del SCL, omitiendo sus clases abstractas

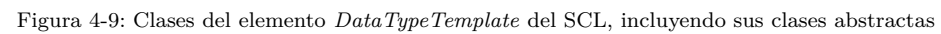


Figura 4-9: Clases del elemento *DataTypeTemplate* del SCL, incluyendo sus clases abstractas



Según las directrices del EPRI [57], uno de los primeros pasos del proceso de ingeniería para la especificación de sistemas de automatización de subestaciones usando la norma IEC 61850 consiste en identificar los datos disponibles, y en base a estos datos, determinar los nodos lógicos correspondientes.

El autor de este trabajo realizó este paso escribiendo en el elemento **DataTypeTemplate** de un sólo archivo SCL todos los nodos lógicos según los datos identificados del sistema. En este paso, aún no se ubican los nodos lógicos en los dispositivos lógicos ni físicos.

## 4.8. Substation

El modelo de la subestación especificado en el elemento SCL *Substation* permite construir el modelo de objetos de los equipamientos primarios del sistema, con las designaciones de los puntos de comunicación del sistema (y la norma IEC 61850 sugiere utilizar la norma IEC 61346 [46] para la nomenclatura de dichos puntos).

Del paradigma O-O sabemos que los objetos IEC 61850 son agrupaciones de datos y operaciones con memoria autónoma que podría incidir en el comportamiento de cada invocación. Los datos de los objetos tienen un estado que recuerdan el efecto de cada operación [55], y, a diferencia de las clases, los nodos lógicos del elemento *Substation* son objetos que persisten en el archivo SCL a través del mecanismo de Serialización de objetos (SO), y los nodos lógicos implementados en los dispositivos IED son objetos IEC 61850 propiamente dichos, y sólo existen en un proceso en ejecución.

Centrándonos en la interrelación entre el modelo de datos definidos en el elemento **IED** y sus respectivos **DataTypeTemplates**, podemos afirmar que: un objeto es creado a partir de una clase, en otras palabras, un objeto es una instancia de una clase. Análogamente, los nodos lógicos de los elementos **IED** son creados a partir de **DataTypeTemplates**, y siendo más específico, los elementos **LN** (ver figura 4-17) son creados a partir de la plantilla de datos **LNNodeType** (ver figura 4-8).

Para fines prácticos, se presenta el diagrama UML de las clases instanciables del elemento *Substation* en la figura 4-11. En este diagrama es posible observar las res-



tricciones de cantidades mínima y máxima de instancias permitidas y su ubicación dentro de la estructura de la subestación. Como puede observarse en el pequeño bosquejo (el diagrama UML del elemento *Substation* y las flechas punteadas en rojo) diseñado sobre el plano de una futura subestación paraguaya [58] (figura 4-12), el elemento *Substation* del SCL permite describir prácticamente toda la topología de una subestación, siendo posible ubicar los nodos lógicos en cualquier nivel jerárquico del diagrama unifilar, gracias a que prácticamente todas las clases instanciables heredan la clase abstracta *PowerSystemResource*, que hereda de *LNodeContainer* las agregaciones de *LNode* (ver figura 4-13). Para una visión totalmente detallada de la estructura del elemento subestación el autor recomienda leer el código XML B.1 del apéndice B.

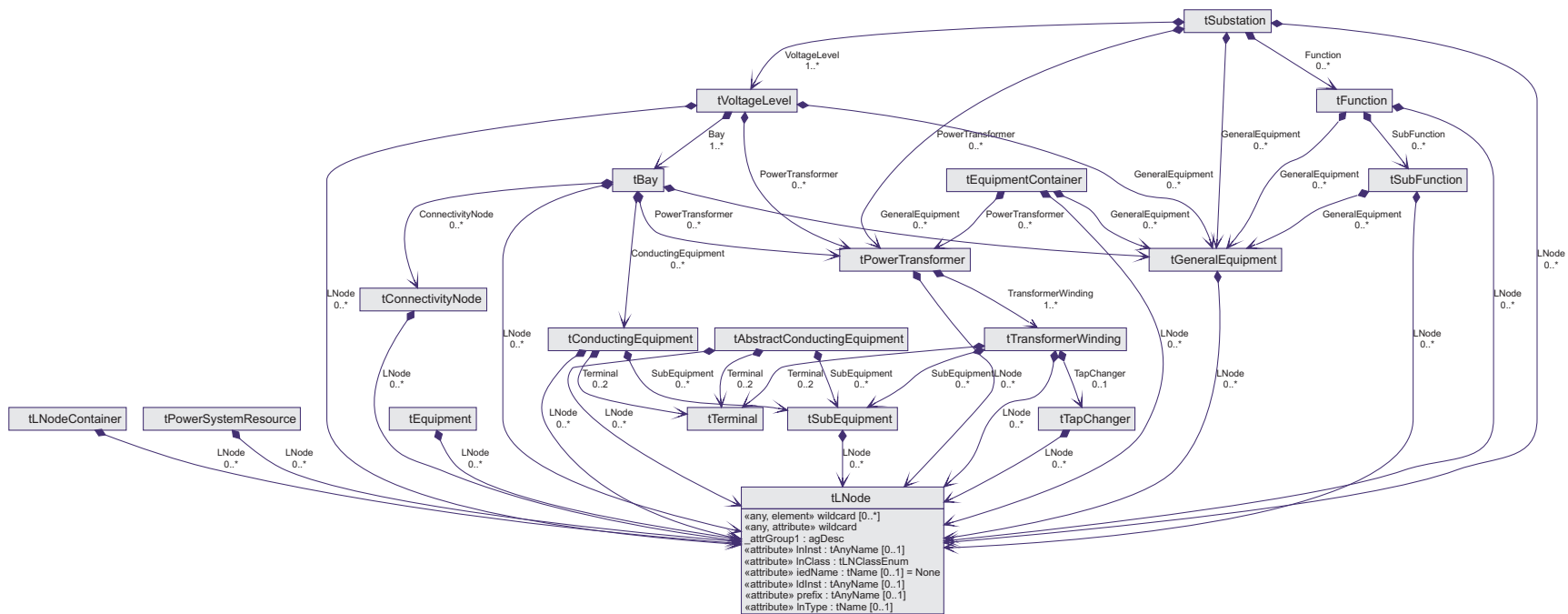


Figura 4-11: Clases instanciables del elemento *Substation*

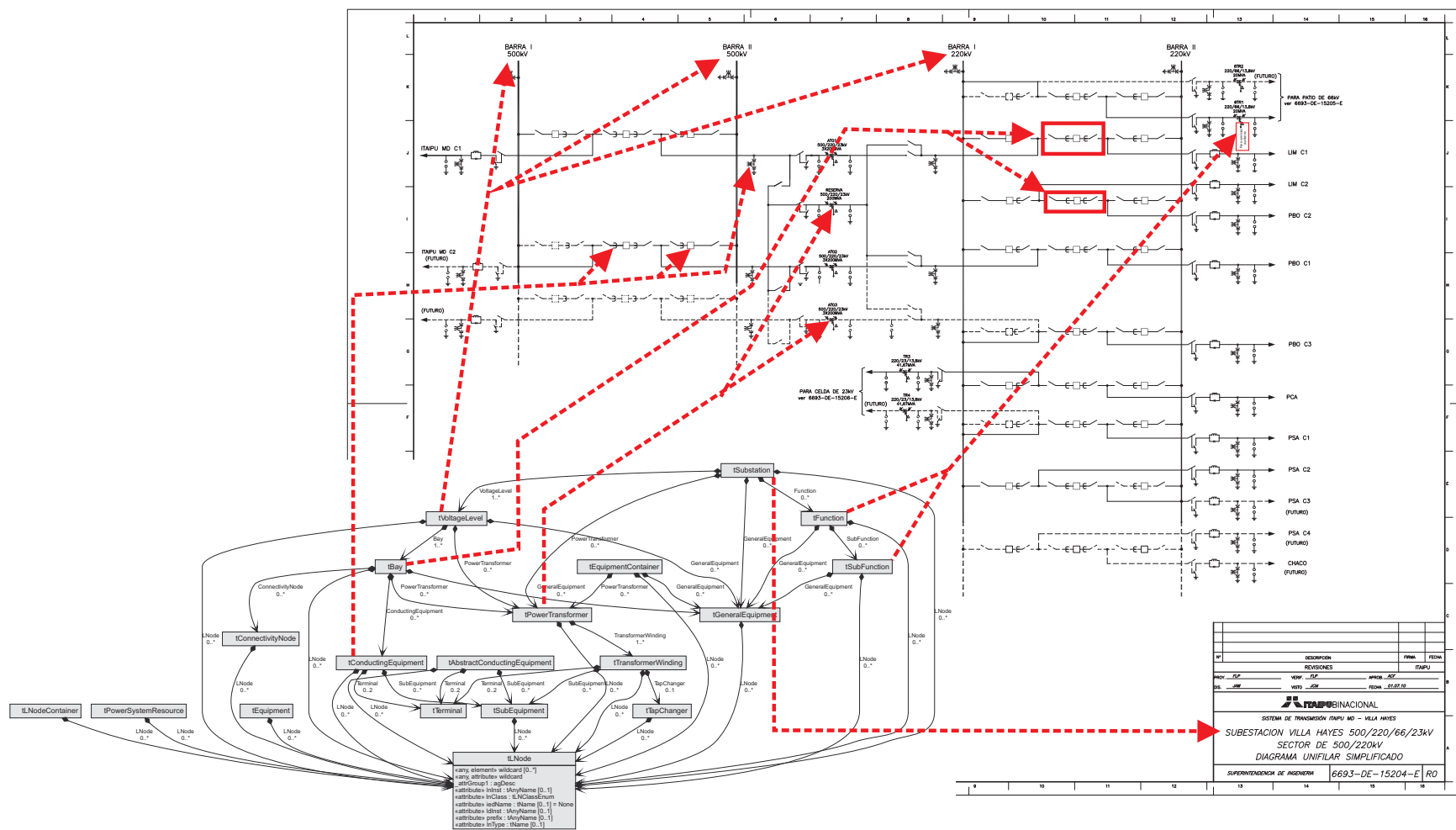


Figura 4-12: Diagrama unifilar de la subestación Villa Hayes [58] y su relación (descrita en forma simplificada) con el SCL.

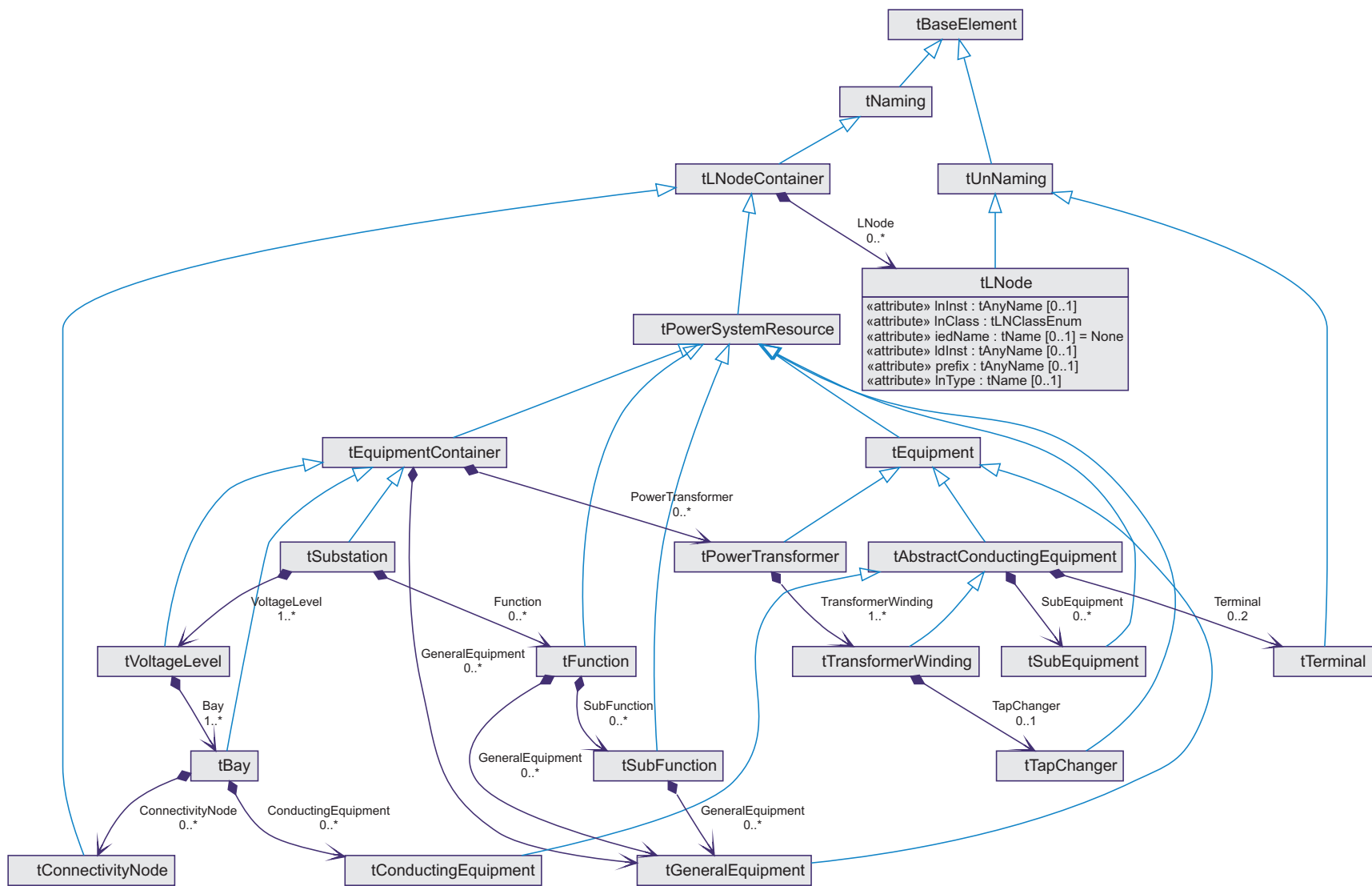


Figura 4-13: Clases del elemento *Substation*, incluyendo sus clases abstractas

A pesar de que la variante SSD describe con gran detalle la estructura de las subestaciones, esta no describe con suficiente detalle la estructura de las hidroeléctricas, es por ello que su relevancia en el proceso de ingeniería en el ámbito de las centrales hidroeléctricas debe ser revisado. En las subestaciones se define la estructura básica en base a niveles de voltaje, bay, equipamientos conductores y sus terminales (que están incluidos en el elemento *Substation*). Actualmente aún no es posible describir la estructura de una hidroeléctrica, usando el SSD, en términos de cotas, unidades generadoras y embalses, por ejemplo. El SSD provee una descripción semántica de estructura del sistema y es útil principalmente para el proyectista (en el ámbito de subestaciones), pues gracias a él es posible realizar cambios del sistema con mayor facilidad. Este sería el uso ideal del SSD. Gracias al uso de un sólo SSD para todo el sistema, se facilita la construcción de sistemas a prueba de futuro. Sin embargo, no siempre es ventajoso empezar el proyecto creando el SSD del sistema, ese es sólo un enfoque entre los tantos existentes (algunos enfoques se describen en la sección 4.2). El SSD bien podría ser creado en otra etapa del proceso de ingeniería.

Para el enfoque utilizado en este trabajo, se ha creado el SSD al final del trabajo. En este caso particular, no proporcionaba ventajas significativas el uso del SSD, pues entre apoyar el diseño de los nodos lógicos en la topología del sistema y en la arquitectura del sistema de comunicación, resultó más adecuado tomar los **LNTypes** con sus respectivos **DOType** que forman parte del **DataTypeTemplates** creado en el paso anterior, y a partir de allí creando las instancias agrupadas en dispositivos lógicos, ya conociendo de antemano la arquitectura del sistema. Se describen mayores detalles al respecto en la sección 4.10.

## 4.9. Header

Como puede observarse en la figura 4-14, el SCL permite guardar un historial del proceso de ingeniería. Según estas definiciones, es posible realizar un control de versiones bien detallado de los archivos SCL diseñados durante el proceso de ingeniería. En el atributo *id* se proporciona un identificador único para versionar las distintas

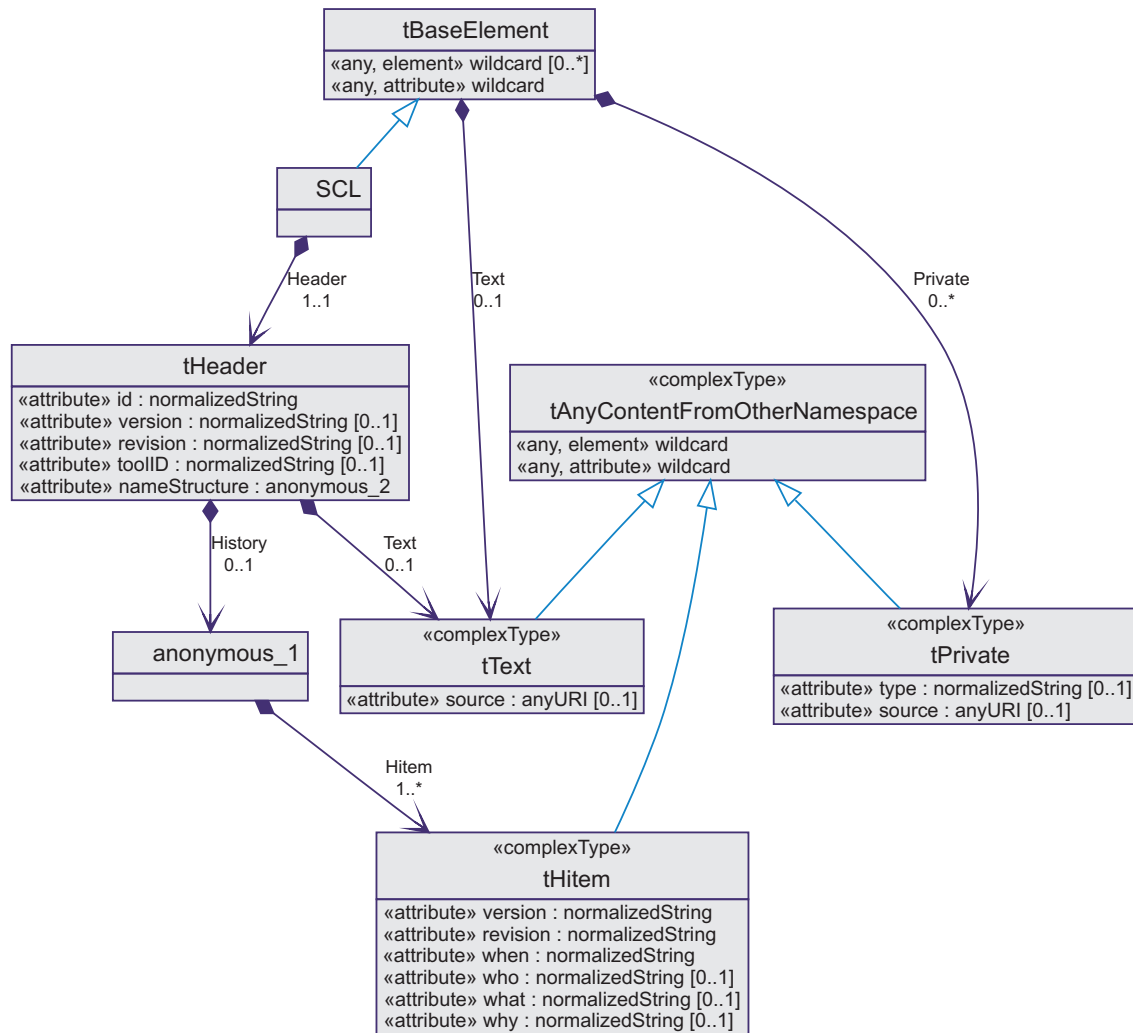


Figura 4-14: *Header* del SCL, incluyendo las herencias correspondientes

variantes SCL.

El elemento *Header* también define el enfoque del proceso de ingeniería utilizado, pues con su atributo *nameStructure* se indica si los nombres de señales del sistema de comunicación proceden del elemento *Substation* (generalmente asociado con el archivo System Specification Description (SSD)) o de la estructura de un IED existente en el mercado siendo sus posibles valores *FuncName* o *IEDName*.

Con el enfoque utilizado en este trabajo se procede a la designación de los nombres de las señales de comunicación con respecto a los IEDs, pero no con IEDs procedentes del mercado, sino con ICDs diseñados durante el proceso de ingeniería (en la sección

#### Código fuente 4.1: Ejemplo de Header

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Header id="MyTNKICD"
  nameStructure="IEDName"
  revision="1.0.5"
  toolID="XMLSpy"
  version="1">
  <Text>DataTypeTemplate de la parte hidraulica del regulador de
    velocidad</Text>
  <History>
    <Hitem revision="1" what="Este ICD fue iniciado a partir de la
      version 1.2 rev 3 del ICD del tanque principal." when
        ="20-10-2010"
        version="1.0"
        who="David Perez"
        why="Conviene reaprovechar un ICD existente"/>
    <Hitem when="20-10-2010" revision="2" version="1.0">
      TODO: Falta eliminar los DataTypeTemplates que no se usan
        aqui.
    </Hitem>
  </History>
</Header>
```

---

4.11 se proporciona más información sobre el enfoque utilizado en el diseño de los modelos de IEDs realizados en este proyecto).

Se provee de un trozo de ejemplo del ICD correspondiente a un IED a ser utilizado en la parte hidráulica del regualdor de velocidad en la lista 4.1. Esta estructura se visualiza mejor en el diagrama de la figura 4-15.

## 4.10. Especificación de nodos lógicos en variantes SSD vs. especificación con variantes ICD

Según las definiciones de la norma IEC 61850-6 [1], la variante SSD puede ser utilizada para definir el diagrama unifilar y los nodos lógicos requeridos en dicho diagrama.

Según el XML Shema de la norma [1] que define la estructura del SLC no es obligatorio definir correctamente el atributo *iedName* del elemento *LNode* en la variante SSD, debido a esto, la especificación de nodos lógicos de IEDs (productos) con la

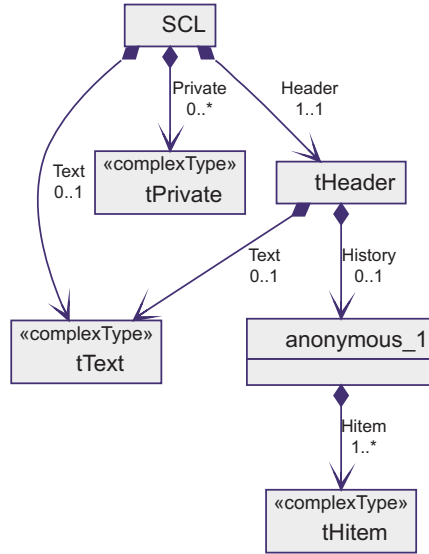


Figura 4-15: Clases instanciables del *Header*

variante SSD puede inducir a errores, dado que en un SSD (aunque esté en plena conformidad con la norma IEC 61850) no valida en forma automática la definición de ubicaciones de nodos lógicos en los respectivos IEDs y tampoco se provee la agrupación en Dispositivos Lógicos sin antes haber creado el SSD (generalmente los sistemas se construyen con cientos de instancias de nodos lógicos, por lo que debería haber una asistencia por parte del software de modo a minimizar los errores humanos). Si las herramientas de ingeniería permitieran forzar la identificación de los nodos lógicos en sus respectivos IEDs y posibilitaran la visualización en modo gráfico o con tablas de las agrupaciones de LNodes realizadas en archivos SSD este problema sería resuelto, pero como no lo hacen [22], existe una alta probabilidad de que algunos nodos lógicos no estén bien ubicados, o directamente no estén ubicados a ningún IED en variantes SSD diseñadas para especificaciones técnicas de IEDs (esto se soluciona utilizando gráficos hechos en programas tales como AutoCAD, pero en este trabajo se busca un enfoque a través del cual se pueda obtener un diseño IEC 61850 totalmente basado en SCL).

Es por ello que el autor de este trabajo ha analizado otras alternativas que asistan las especificaciones simplificadas y diseños del modelo de sistema IEC 61850 realizado.



La especificación de nodos lógicos con la variante ICD que posea una profundidad de descripción adecuada y bien definida resuelve todos los problemas que se podrían ocasionar al especificar con variantes SSD como producto final de la especificación.

El SSD creado al final del trabajo tiene en cuenta los siguientes vínculos XML:

**Código fuente 4.2: Reglas definidas en IEC 61850-6 para la construcción de nodos lógicos en la variante SSD**

```
<xs:unique name="uniqueLNode">
  <xs:selector xpath="."/scl:LNode"/>
  <xs:field xpath="@lnInst"/>
  <xs:field xpath="@lnClass"/>
  <xs:field xpath="@iedName"/>
  <xs:field xpath="@ldInst"/>
  <xs:field xpath="@prefix"/>
</xs:unique>
```

por lo que el resultado del SSD es muy aproximado al SCD, dado que ya se realiza el mapeo de los **LN** de ICDs a **LNnodes** del SSD.

En la siguiente sección, el autor describe este tipo de variante ICD mencionado anteriormente.

## 4.11. IED simplificado y no pre-configurado

En esta sección el autor propone el concepto de ISNP (IED simplificado y no pre-configurado).

Se dice que los ICDs están pre-configurados cuando ya traen desde el TEMPLATE del ICD (la norma IEC 61850 recomienda dar el nombre de TEMPLATE al ICD nuevo, obtenido del fabricante y sin cambiar nada) configuraciones para envío de información a través de la red de forma eficiente a través de agrupaciones adecuadas de datos (*DataSet*, *Report*), o incluso asociaciones *MCAA* o *TPAA* ya preparadas. Por dar un ejemplo, la herramienta de ingeniería PCM600 de la ABB, trae ICDs pre-configurados que han sido diseñados para usos en funciones de automatización muy

generales <sup>1</sup>.

El autor define a un ICD como simplificado si el elemento *IED* del SCL posee solamente los nodos hijos y sus atributos obligatorios, más las instancias de los nodos lógicos y las instancias de los *Data Objects* pero sin sus nodos hijos, y sin asociaciones ni agrupaciones de datos, pero incluyendo obligatoriamente todos los servicios que serán utilizados, y las referencias a los nodos hijos del **DataTypeTemplate** correspondientes solamente a las instancias definidas en el elemento IED. La definición de ICD simplificado puede observarse en la figura 4-16.

Es ilustrativo comparar la estructura de un ICD ISNP (figura 4-16) y el de un ICD completo (figura 4-17 y código fuente B.2).

---

<sup>1</sup><http://goo.gl/L80ft>



La construcción de ICDs del tipo ISNP permite enfocar de una manera nueva la especificación técnica de IEDs, pues en la variante ICD es posible definir los nodos lógicos a ser utilizados por cada IED, agrupados en sus respectivos *Logical Devices*, definiendo los *DataObjects* de cada nodo lógico, y describiendo los servicios de comunicación que deberán utilizarse. En realidad, al contrario de lo que pueda imaginarse el lector, la construcción de ICDs del tipo ISNP no es difícil ni lleva mucho tiempo, pues se describe solamente lo esencial, lo mínimo que podría tener un IED. Y lo más importante, dicha descripción se realiza de una manera formal (y en plena conformidad con la norma IEC 61850). En otras palabras, cualquier fabricante de IEDs podrá entender claramente las necesidades del sistema IEC 61850 de la planta sin tener que redactar documentos con largas explicaciones sobre los modelos de información, modelos de servicios y arquitectura. En las definiciones formales de nodos lógicos del apartado IEC 61850-7-410 [8] no se definen los servicios de comunicación de cada nodo lógico (en el apartado IEC 61850-7-4 [27] sí se definen), pero es posible observar los servicios de comunicación de los **CDCs** utilizados. Cabe destacar que, en caso que se necesiten más servicios que los mencionados en estos apartados de la norma, ellos deben ser bien especificados.

Con este nuevo enfoque, también surge un nuevo reto: Elaborar una especificación de nodos lógicos y servicios de comunicación que el fabricante pueda ofrecer. Si bien es más sencillo especificar nodos lógicos, la especificación técnica de las capacidades mínimas de los servicios de comunicación de los IEDs que necesita la planta es un poco más complicada, dado que se puede incurrir a especificar servicios que si bien están definidos por la norma, no existen en el mercado.

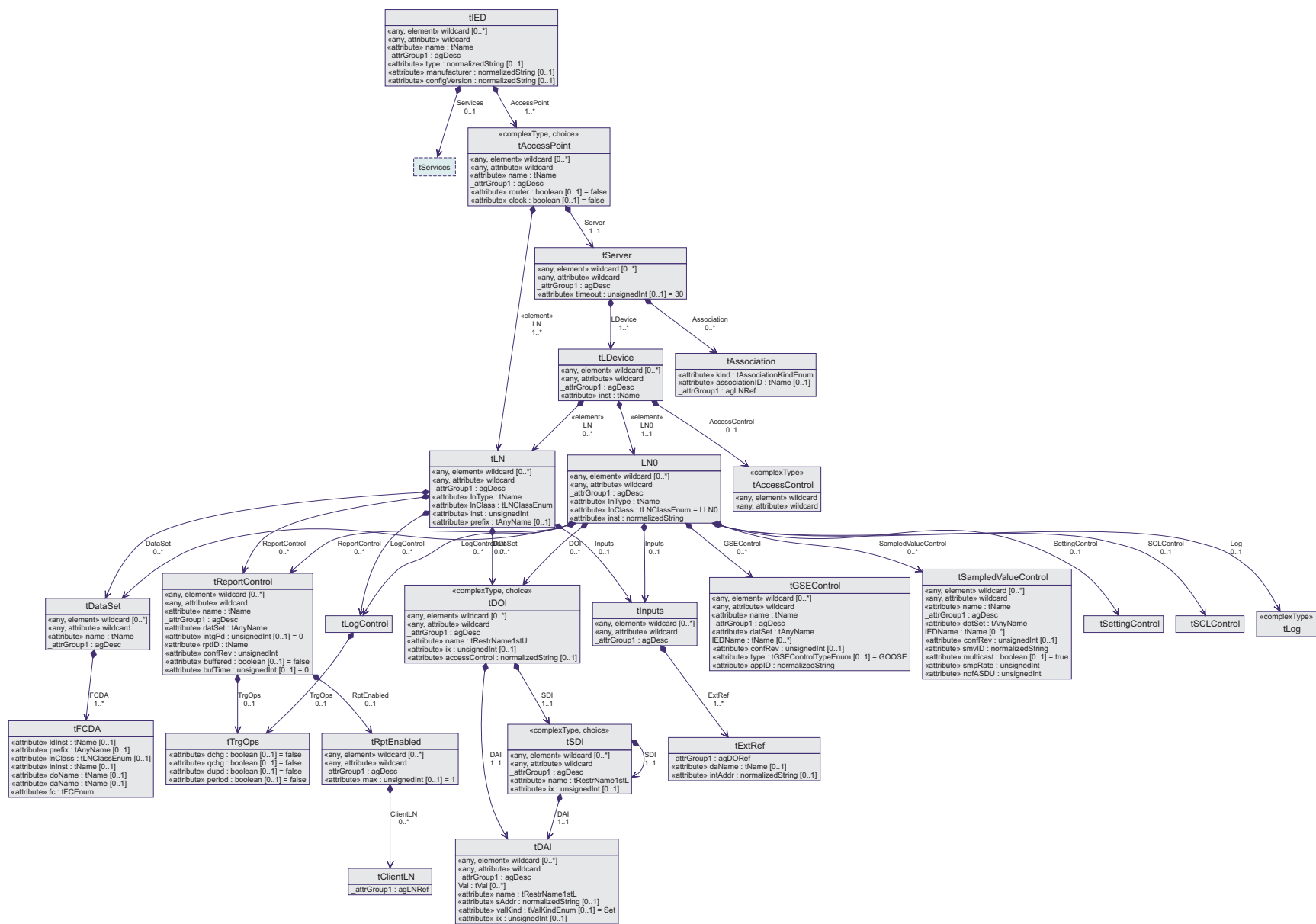
Es por ello que el autor propone la utilización de base de datos de ICDs de múltiples fabricantes, y de esa forma obtener datos estadísticos de las capacidades de los ICDs existentes actualmente en el mercado. Siguiendo este planteamiento, el autor ha elaborado un *script* Python a través del cual se obtuvieron las tablas del apéndice C.1, donde se observan los servicios de comunicación que están implementados en 178 ICDs de cuatro fabricantes distintos. El hecho de que la especificación técnica de los sistemas IEC 61850 definan los servicios mínimos que deban tener los dispo-

sitivos (incluyendo la configuración de los atributos de los servicios) permite diseñar sistemas realmente a prueba de futuro, pues en caso que un equipo se dañe, será muy simple sustituirlo con otro, aunque sea de otro fabricante, sin tener que cambiar el diseño de parte importante del sistema. Por dar un ejemplo, al sustituir un IED con capacidades IEC 61850 distintas cambiaría el diseño del modelo IEC 61850 de todo un bay, lo cual a la vez provocaría desuniformidad de modelos con respecto a los demás bays (que en teoría deberían ser iguales), y de esa forma el sistema se vuelve complejo innecesariamente. Los atributos de los servicios definidos en SCL también son importantes, pues, volviendo al mismo escenario del ejemplo del bay con un IED a ser cambiado, si el IED a ser retirado utilizaba un *DataSet* con 150 atributos de datos instanciados, y el nuevo IED permite como máximo el envío de 50 atributos de datos instanciados, entonces se deberá rever parte importante del proyecto<sup>2</sup>. En este caso se puede observar que la especificación técnica de servicios de comunicación ayuda a construir sistemas donde la intercambiabilidad de equipos sea más sencilla. En este caso también resulta útil utilizar métodos estadísticos aprovechando la base de datos de ICDs, para conocer hasta cuántos atributos de datos instanciados se pueden agrupar en cada *DataSet* según las capacidades de los fabricantes y el estado del arte de las tecnologías IEC 61850.

La selección apropiada de los nodos lógicos y de los **Data Objects** permite al dueño de la planta asegurar que los nodos lógicos cumplan con los requerimientos funcionales. La definición del tipo del nodo lógico y su cantidad de instancias no siempre es suficiente. Según el autor de este trabajo, también es necesario especificar los **DOType** y **DOI** en el **SCL**. Dando un ejemplo este enfoque queda más claro: si en la hidroeléctrica se necesita medir la frecuencia eléctrica, se definiría el nodo lógico **MMXU**, pero como el nodo lógico de tipo **MMXU** tiene como **Data** opcional a la frecuencia, si el IED en realidad no implementa el **Data Object** *Hz*, el nodo lógico no estará cumpliendo con los requisitos funcionales existentes en la planta, por lo que resulta pertinente especificar el nodo lógico **MMXU** y por lo menos su **DO** *Hz*.

---

<sup>2</sup>Interoperability and Replacement of an IED by another one <http://blog.iec61850.com/2010/09/interoperability-and-replacement-of-ied.html>



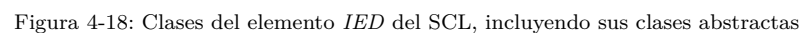


Figura 4-18: Clases del elemento *IED* del SCL, incluyendo sus clases abstractas

## 4.12. Consideraciones para construir sistemas a prueba de futuro

La norma IEC 61850 abre las posibilidades al proyectista para que este pueda construir sistemas a prueba de futuro. Si bien este no es uno de los objetivos fundamentales de la norma IEC 61850, si el proyectista lo desea, puede considerar ciertos aspectos técnicos que permitan construir sistemas que perduren en el tiempo.

El ACSI fue diseñado en base al paradigma O-O, con una estructura muy sencilla (desde el punto de vista informático) basado en un modelo jerárquico de la información. Su principal objetivo, hablando en términos de diseño de software, es desacoplar el diseño del sistema (el proyecto) de la implementación tecnológica (los protocolos), utilizando el patrón de diseño O-O interface-implementación.

La separación de la interfaz (IEC 61850-7-2) de la implementación (IEC 61850-8-x e IEC 61850-9-x) es el compromiso más importante que la norma IEC 61850 ha tomado para la construcción de sistemas a prueba de futuro. Si bien una buena cantidad de clases del *ACSI* son mapeadas directamente al protocolo MMS (osea, el ACSI en realidad no es tan desacoplado del protocolo MMS), las interfaces existen, funcionan, y el proyectista del modelo IEC 61850 no tiene que preocuparse por como se realiza el mapeado del ACSI a la pila de protocolos de la norma IEC 61850, igualmente este aspecto es a prueba de futuro. En cuanto a los protocolos, sólo hay que preocuparse por definir sus parámetros adecuadamente.

El hecho de que a largo plazo se mantengan las interfaces *ACSI* facilita una parte importante de la labor del proyectista, pues resulta beneficioso apostar por capacitarse en la norma IEC 61850, dado que la norma acompaña de una manera más suave los cambios tecnológicos.

Resulta que el aporte de la norma IEC 61850 no es suficiente para construir sistemas a prueba de futuro, aún resta el aporte del proyectista. El proyectista debe definir un modelo de datos consistente, aprovechando todo el modelo de datos semántico proveída por la norma IEC 61850 (utilizando la menor cantidad de nodos lógicos del grupo G siempre que sea posible, por ejemplo) y la posibilidad de describir



en forma totalmente unificada, organizada y formal toda la estructura del sistema IEC 61850 (manteniendo un archivo SSD de todo el sistema). Otros aspectos muy importantes que podría definir el proyectista para diseñar sistemas a prueba de futuro están mencionados en la sección 4.11

## Capítulo 5

# Aplicación del enfoque propuesto para el diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de Itaipu

### 5.1. Datos del sistema

En este trabajo se toma como punto de partida los documentos *Itaipu, aspectos destacados de su ingeniería* [44], *Governing Diagram* [59], y *Governing Diagram – Description* [60], donde ya se detallan todos los datos del regulador de velocidad. Muchos de estos datos no necesariamente se envían por la red. Se ha diseñado el modelo de todos los datos posibles para tener un mayor grado de virtualización de los sistemas reales, de este modo, la programación de las funciones de control dentro de los IEDs manejan datos semánticos que podrían facilitar el diseño de los bloques de control dentro del IED o también el monitoreo del sistema.

Los nodos lógicos son presentados en un formato tabla. El diseño del modelo IEC

61850 presentado en este trabajo se basa en los modelos de nodos lógicos presentados por esta norma. En otras palabras, la combinación seleccionada de nodos lógicos (modelos de información definidos por la norma y presentados como **DataTypeTemplates** en este trabajo) constituye el diseño del sistema (modelo de información del sistema, presentado como instancias de nodos lógicos). En resumen, en este capítulo se utilizan:

- Tablas: Enumeran las instancias de un determinado nodo lógico. Las descripciones incluyen los datos de las unidades generadoras de Itaipu.
- DataTypeTemplates: Plantillas **LNType**, del elemento **DataTypeTemplates**. Estos modelos son extraídos del apartado 7-4-10 de la norma IEC 61850 y contiene las descripciones proveídas por esta norma, sin incluir los datos de las unidades generadoras de Itaipu. Cuando el lector desee conocer la aplicación de estas plantillas de nodos lógicos deberá observar la tabla de instancias del nodo lógico.
- Descripción en SCL: Para ofrecer una descripción formal este trabajo también presenta el diseño de los modelos de plantillas e instancias usando SCL, que es el lenguaje definido por la norma IEC 61850.

## 5.2. Arquitectura del sistema de monitoreo y control del regulador de velocidad

La arquitectura del sistema IEC 61850 definido en este trabajo tiene las siguientes características:

- Topología de red: Anillo.
- Redundancia: Sistema totalmente duplicado e idéntico.
- Regulación de velocidad: La regulación primaria y la regulación secundaria es realizada en IEDs distintos.

- Sensores de frecuencia: Se modelaron ICDs básicos (conteniendo solamente un nodo lógico por fase, y suponiendo que la conexión del secundario del transformador están en estrella para simplificar aún más el modelo) de dos Merging Units (MUs) para obtener la frecuencia del generador y la frecuencia del sistema de potencia.
- Sistema Hidráulico: El sistema contiene 3 IEDs sensores para la parte hidráulica.
- Tacómetro: Se ha definido un tacómetro en un ICD. Se han agregado varios nodos lógicos para el ajuste de curvas, en caso que sea necesario.

La arquitectura general referencial puede visualizarse en la figura 5-1. Se ha utilizado el layout de la arquitectura general referencial de la futura Subestación Villa Hayes [61].

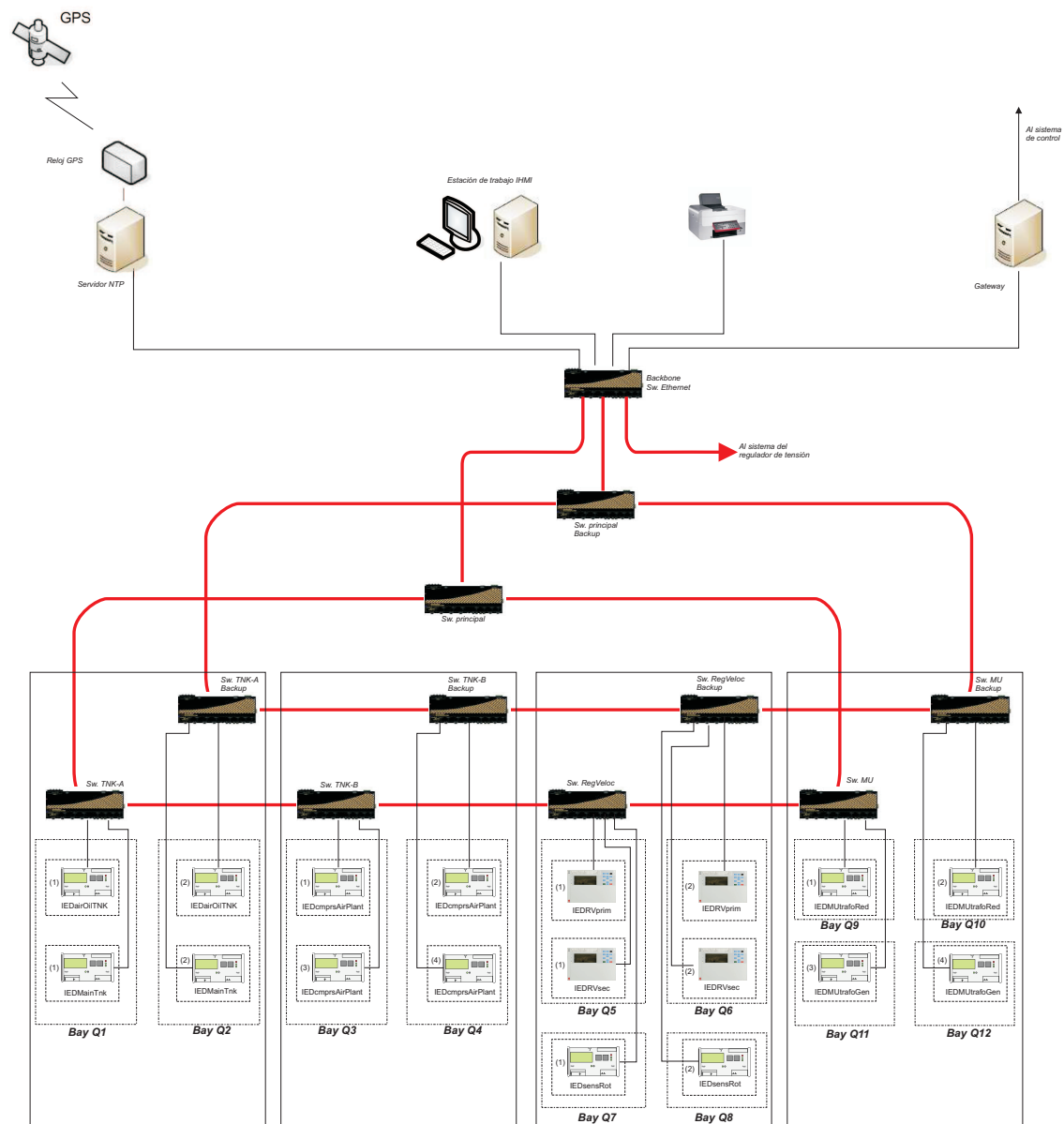


Figura 5-1: Arquitectura del sistema

## 5.3. Propuesta de extensión de los nodos lógicos de la norma IEC 61850-7-410

El autor de este trabajo propone agregar los siguientes nodos lógicos a la norma IEC 61850:

### 5.3.1. LN: Hydraulic switch - Name: SSWI

Este nuevo nodo lógico podría ser utilizado para modelar swiches de los sistemas mecánicos. Este nodo lógico permite conocer la posición de la llave hidráulica. Resulta que el nodo lógico TPOS envía mensajes con los protocolos definidos en IEC 61850-9-x del porcentaje de abertura o cierre, por lo tanto, no siempre se obtendrá un buen desempeño del flujo de información circulante por la red si la llave selectora digital es escalonada (si tiene solamente dos o tres posiciones fijas por ejemplo). En estos casos resulta exagerado el uso del bus de proceso con el **CDC SAV**, por lo que el autor de este trabajo propone agregar este nodo lógico a la norma IEC 61850. El ítem 22 del regulador Rapid77 [60], llaves de velocidad, también podría ser modelado con este nodo lógico.

Este nodo lógico es muy similar al **HITG**, pero tiene la semántica adecuada.

SSWI Class				
Attribute Name	Attr. Type	Explanation	T	M/O
LNName		Shall be inherited from Logical-Node Class (see IEC 61850-7-2)		M
<b>Data</b>				
<b>Common Logical Node Information</b>				
		LN shall inherit all Mandatory Data from Common Logical Node Class		
<b>Status information</b>				
SwTyp	INS	Switch type		M
SwOpCap	INS	Switch operating capability		M
PosStep	INS	Integer representing the position, counting from lowest position		O
PosUp	SPS	Upper end position reached (switch cannot move further)		M
PosDn	PosDn	Lower end position reached (switch cannot move further)		M
Mvm	SPS	Switch is moving		O
SwBlk	SPS	Switch is blocked (cannot move from present position)		O
<b>Controls</b>				
Opn	SPC	Switch to full open position		O
Cls	SPC	Switch to full closed position		O
BlkOpn	SPC	Block opening of the switch		O
BlkCls	SPC	Block closing of the gate		O

Tabla 5.1: Nuevo nodo lógico: SSWI

En donde SwOpCap es una enumeración que representa las capacidades físicas de

operación de la llave o válvula.

- None: 1
- Open: 2
- Close: 3
- Open and Close: 4

Este nodo lógico está diseñado para trabajar en conjunto con el nodo lógico **CSWI** en caso que sea necesario. El nodo lógico **XSWI** no reemplaza a este nuevo nodo lógico pues el **XSWI** fue concebido para llaves de apertura de circuitos eléctricos, no hidráulicos ni neumáticos.

### 5.3.2. LN: Frequency sensor - Name: SFRQ

El nodo lógico **SFRQ** representaría un sensor de frecuencia eléctrica que permita enviar los valores muestreados de frecuencia por la IEC 61850-9-x (a través del CDC **SAV**). El nodo lógico **MMXU** sólo realiza mediciones, no se permite utilizarlo para valores muestreados, los nodos lógicos **TFRQ** y **TRTN** son específicos para el envío de la frecuencia no eléctrica. El regulador de velocidad de Itaipu necesita las frecuencias eléctricas medidas en la barra de 13KV y en la barra de 500KV. En el diseño se ha utilizado el nodo lógico **TVTR**.



<b>SFRQ Class</b>				
<b>Attribute Name</b>	<b>Attr. Type</b>	<b>Explanation</b>	<b>T</b>	<b>M/O</b>
LNName		Shall be inherited from Logical-Node Class (see IEC 61850-7-2)		M
<b>Data</b>				
<b>Common Logical Node Information</b>				
		LN shall inherit all Mandatory Data from Common Logical Node Class		
EEHealth	INS	External equipment health		O
EEName	DPL	External equipment name plate		O
OpTmh	INS	Operation time		O
<b>Measured values</b>				
Hz	SAV	Frecuency (sampled value)		M
<b>Status Information</b>				
FuFail	SPS	TVTR fuse failure		O
<b>Settings</b>				
HzRtg	ASG	Rated frecuency		O

Tabla 5.2: Nuevo nodo lógico: SFRQ

## 5.4. Nodos lógicos del IED IEDRV

En la figura 5-2 se presenta un resumen de los nodos lógicos más importantes, y en las tablas a continuación se presentan los detalles correspondientes.

Los nodos lógicos de esta sección corresponden a los IEDs reguladores de velocidad (primaria y secundaria). Los IEDs son idénticos. Simplemente cambian los algoritmos internos basados en los nodos lógicos **FPID**.

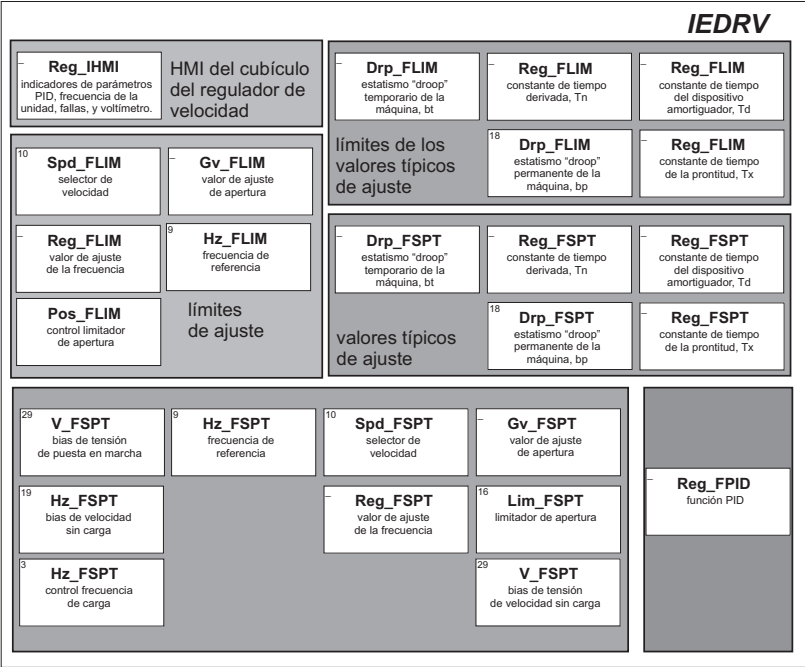


Figura 5-2: Resumen de los nodos lógicos más importantes del IED *IEDRV*

5.4.1.    Nodo lógico: FPID

Instancias del nodo lógico FPID

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
FPID_reg	LD5	Función PID

Tabla 5.3: Instancias FPID en el IED IEDRV

Código fuente 5.1: Instancias FPID representadas en SCL

```
<LN desc="Funcion PID" inst="1" lnClass="FPID" lnType="FPID_reg"/>
```

## DataTemplate

FPID - PID Function		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Out	MV	PID output
PAct	MV	Proportional action
IAct	MV	Integral action
DAct	MV	Derivative action
P	MV	P output
I	MV	I output
D	MV	D output

Tabla 5.4: Plantilla FPID del IED IEDRV

### Código fuente 5.2: FPID - PID Function - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="PID Function" id="FPID_reg" lnClass="FPID">
  <!--Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!--Measured values-->
  <DO name="Out" type="Out_pid"/>
  <DO name="PAct" type="PAct_pid"/>
  <DO name="IAct" type="IAct_pid"/>
  <DO name="DAct" type="DAct_pid"/>
  <DO name="P" type="P_pid"/>
  <DO name="I" type="I_pid"/>

```

```
<D0 name="D" type="D_pid"/>
<!--Settings-->
<!--D0 type="PidAlg_pid" name="PidAlg"/>
<D0 type="Kp_pid" name="Kp"/>
<D0 type="Kl_pid" name="Kl"/-->
</LNodeType>
```

---

### 5.4.2. Nodo lógico: FLIM

#### Instancias del nodo lógico FLIM

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Drp_FLIM1	LD1	Límites del estatismo DROOP temporario de la máquina
Reg_FLIM2	LD1	Límites de la constante de tiempo derivada, Tn
Reg_FLIM3	LD1	Límites de la constante de tiempo del dispositivo amortiguador, Td
Drp_FLIM4	LD1	Límites del estatismo DROOP permanente de la máquina
Reg_FLIM5	LD1	Límites de la constante de tiempo de la prontitud, Tx
Spd_FLIM6	LD2	Límites del selector de velocidad
Gv_FLIM7	LD2	Límites del valor de ajuste de apertura
Reg_FLIM8	LD2	Límites del valor de ajuste de la frecuencia
Hz_FLIM9	LD2	Límites de la frecuencia de referencia
Pos_FLIM10	LD2	Límites del control limitador de apertura

Tabla 5.5: Instancias FLIM en el IED IEDRV

#### Código fuente 5.3: Instancias FLIM representadas en SCL

```

<LN desc="Límites del estatismo DR00P temporario de la maquina"
    inst="1" lnClass="FLIM" lnType="FLIM_tipical" prefix="Drp_"/>
<LN desc="Límites de la constante de tiempo derivada, Tn" inst="2"
    lnClass="FLIM" lnType="FLIM_tipical" prefix="Reg_"/>

```

```

<LN desc="Límites de la constante de tiempo del dispositivo
    amortiguador, Td" inst="3" lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical
    " prefix="Reg_"/>
<LN desc="Límites del estatismo DR00P permanente de la maquina"
    inst="4" lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Drp_"/>
<LN desc="Límites de la constante de tiempo de la prontitud, Tx"
    inst="5" lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Reg_"/>
<LN desc="Límites del selector de velocidad" inst="6" lnClass="
    FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límites del valor de ajuste de apertura" inst="7"
    lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Gv_"/>
<LN desc="Límites del valor de ajuste de la frecuencia" inst="8"
    lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Reg_"/>
<LN desc="Límites de la frecuencia de referencia" inst="9" lnClass
    ="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Hz_"/>
<LN desc="Límites del control limitador de apertura" inst="10"
    lnClass="FLIM" lnType="FLIM_typical" prefix="Pos_"/>

```

---

## DataTypeTemplate

FLIM - Limits of typical values		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
HiLim	SPS	
LoLim	SPS	
Out	MV	
HiLimSpt	ASG	
LoLimSpt	ASG	

Tabla 5.6: Plantilla FLIM del IED IEDRV

#### Código fuente 5.4: FLIM - Limits of typical values - Representación en SCL

```
<LNodeType desc="Limits of typical values" id="FLIM_typical"
  lnClass="FLIM">
  <!--Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!--Status information-->
  <DO desc="High limit reached (input signal above limit)"
    name="HiLim" type="HiLim_typical"/>
  <DO desc="Low limit reached (input signal below limit)" name
    ="LoLim" type="LoLim_typical"/>
  <!--Measured values-->
  <DO desc="Output signal" name="Out" type="Out_typical"/>
  <!--Settings-->
  <DO desc="High limit set point" name="HiLimSpt" type="
    HiLimSpt_typical"/>
  <DO desc="Minimum limit set point" name="LoLimSpt" type="
    LoLimSpt_typical"/>
</LNodeType>
```

---

### 5.4.3. Nodo lógico: FSPT

#### Instancias del nodo lógico FSPT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Drp_FSPT1	LD3	Estatismo DROOP temporario de la máquina
Reg_FSPT2	LD3	Constante de tiempo derivada, Tn
Reg_FSPT3	LD3	Constante de tiempo del dispositivo amortiguador, Td
Drp_FSPT4	LD3	Estatismo DROOP permanente de la máquina
Reg_FSPT5	LD3	Constante de tiempo de la prontitud, Tx
V_FSPT6	LD4	Bias de tensión de puesta en marcha
Hz_FSPT7	LD4	Frecuencia de referencia
Spd_FSPT8	LD4	Selector de velocidad
Gv_FSPT9	LD4	Valor de ajuste de apertura
Hz_FSPT10	LD4	Bias de velocidad sin carga
V_FSPT11	LD4	Bias de tensión de velocidad sin carga
Lim_FSPT12	LD4	Limitador de apertura
Hz_FSPT13	LD4	Control frecuencia de carga
Reg_FSPT14	LD4	Valor de ajuste de la frecuencia

Tabla 5.7: Instancias FSPT en el IED IEDRV

#### Código fuente 5.5: Instancias FSPT representadas en SCL

```
<LN desc="Estatismo DROOP temporario de la maquina" inst="1"
    lnClass="FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Drp_"/>
```



```

<LN desc="Constante de tiempo derivada, Tn" inst="2" lnClass="FSPT
    " lnType="FSPT_1" prefix="Reg_"/>
<LN desc="Constante de tiempo del dispositivo amortiguador, Td"
    inst="3" lnClass="FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Reg_"/>
<LN desc="Estatismo DROOP permanente de la maquina" inst="4"
    lnClass="FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Drp_"/>
<LN desc="Constante de tiempo de la prontitud, Tx" inst="5"
    lnClass="FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Reg_"/>
<LN desc="Bias de tension de puesta en marcha" inst="6" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="V_"/>
<LN desc="Frecuencia de referencia" inst="7" lnClass="FSPT" lnType
    ="FSPT_1" prefix="Hz_"/>
<LN desc="Selector de velocidad" inst="8" lnClass="FSPT" lnType="
    FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Valor de ajuste de apertura" inst="9" lnClass="FSPT"
    lnType="FSPT_1" prefix="Gv_"/>
<LN desc="Bias de velocidad sin carga" inst="10" lnClass="FSPT"
    lnType="FSPT_1" prefix="Hz_"/>
<LN desc="Bias de tension de velocidad sin carga" inst="11"
    lnClass="FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="V_"/>
<LN desc="Limitador de apertura" inst="12" lnClass="FSPT" lnType="
    FSPT_1" prefix="Lim_"/>
<LN desc="Control frecuencia de carga" inst="13" lnClass="FSPT"
    lnType="FSPT_1" prefix="Hz_"/>
<LN desc="Valor de ajuste de la frecuencia" inst="14" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Reg_"/>

```

---

## DataTypeTemplate

FSPT - Set point control function		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SptMem	MV	Set point in memory

Tabla 5.8: Plantilla FSPT del IED IEDRV

### Código fuente 5.6: FSPT - Set point control function - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Set point control function" id="FSPT_1" lnClass="
  FSPT">
  <!--Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!--Measured value-->
  <DO name="SptMem" type="SptMem_1"/>
</LNodeType>

```

## 5.5. Nodos lógicos del IED IEDMainTnk

### 5.5.1. Nodo lógico: FLIM

Instancias del nodo lógico FLIM

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_FLIM1	LD4control	(8) Wicket gate closure travel limit

Tabla 5.9: Instancias FLIM en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.7: Instancias FLIM representadas en SCL

```
<LN desc="(8) Wicket gate closure travel limit" inst="1" lnClass="
    FLIM" lnType="FLIM_" prefix="Gv_"/>
```

#### DataTemplate

FLIM - Wicket gate closure travel limit		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
HiLim	SPS	Limit reached
LoLim	SPS	Limit reached
Out	MV	Output signal
HiLimSpt	ASG	Hight limit set point
LoLimSpt	ASG	Hight limit set point
Blk	SPC	Block operation

Tabla 5.10: Plantilla FLIM del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.8: FLIM - Wicket gate closure travel limit - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Wicket gate closure travel limit" id="FLIM_"
  lnClass="FLIM">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO desc="High Limit reached" name="HiLim" type="xLim_1"/>
  <DO desc="Low Limit reached" name="LoLim" type="xLim_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO desc="Output signal" name="Out" type="Out_1"/>
  <DO desc="High Limit setpoint" name="HiLimSpt" type="
    xLimSpt_1"/>
  <DO desc="Low Limit setpoint" name="LoLimSpt" type="
    xLimSpt_1"/>
  <DO desc="Block operation" name="Blk" type="Blk_1"/>
</LNNodeType>
```

## 5.5.2. Nodo lógico: FXOT

### Instancias del nodo lógico FXOT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Lvl_FXOT1	LD7accesories	(14) Level at over threshold

Tabla 5.11: Instancias FXOT en el IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.9: Instancias FXOT representadas en SCL

```
<LN desc="(14) Level at over threshold" inst="1" lnClass="FXOT"
  lnType="FXOT_1" prefix="Lvl_"/>
```

## DataTemplate

FXOT - Level at over threshold		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Op	SPS	Level of action reached

Tabla 5.12: Plantilla FXOT del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.10: FXOT - Level at over threshold - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Level at over threshold" id="FXOT_1" lnClass="
FXOT">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!--Status information-->
    <DO name="Op" type="Op_1"/>
</LNNodeType>
```

### 5.5.3. Nodo lógico: FXUT

#### Instancias del nodo lógico FXUT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Lvl_FXUT1	LD7accesories	(14) Level at under threshold

Tabla 5.13: Instancias FXUT en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.11: Instancias FXUT representadas en SCL

```
<LN desc="(14) Level at under threshold" inst="1" lnClass="FXUT"
    lnType="FXUT_1" prefix="Lvl_"/>
```

#### DataTypeTemplate

FXUT - Level at under threshold		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Op	SPS	Level of action reached

Tabla 5.14: Plantilla FXUT del IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.12: FXUT - Level at under threshold - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Level at under threshold" id="FXUT_1" lnClass="
FXUT">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!--Status information-->
    <DO name="Op" type="Op_1"/>
</LNNodeType>
```

#### 5.5.4. Nodo lógico: KFIL

##### Instancias del nodo lógico KFIL

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Act_KFIL1	LD1pumpingUnit	(29) Pumping unit suction filter
Act_KFIL2	LD1pumpingUnit	(29) Pumping unit suction filter
Act_KFIL3	LD1pumpingUnit	(29) Pumping unit suction filter

Tabla 5.15: Instancias KFIL en el IED IEDMainTnk

##### Código fuente 5.13: Instancias KFIL representadas en SCL

```
<LN desc="(29) Pumping unit suction filter" inst="1" lnClass="KFIL
    " lnType="KFIL_29" prefix="Act_"/>
<LN desc="(29) Pumping unit suction filter" inst="2" lnClass="KFIL
    " lnType="KFIL_29" prefix="Act_"/>
<LN desc="(29) Pumping unit suction filter" inst="3" lnClass="KFIL
    " lnType="KFIL_29" prefix="Act_"/>
```

## DataTypeTemplate

KFIL - Pumping unit suction filter		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ACAlm	SPS	AC supply failure (fuse or other problem)
MotPro	SPS	Motor protection tripped
FilAlm	SPS	Filter alarm

Tabla 5.16: Plantilla KFIL del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.14: KFIL - Pumping unit suction filter - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Filter for the supply of the actuator" id="
  KFIL_actuator" lnClass="KFIL">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!--Status information-->
  <DO name="ACAlm" type="ACAlm_1"/>
  <DO name="MotPro" type="MotPro_1"/>
  <DO name="FilAlm" type="FilAlm_1"/>
</LNodeType>

```



### 5.5.5. Nodo lógico: KFIL

#### Instancias del nodo lógico KFIL

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Act_KFIL4	LD5filters	(10) Twin filter for the supply of actuator EA
Act_KFIL5	LD5filters	(10) Twin filter for the supply of actuator EA

Tabla 5.17: Instancias KFIL en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.15: Instancias KFIL representadas en SCL

```
<LN desc="(10) Twin filter for the supply of actuator EA" inst="4"
    lnClass="KFIL" lnType="KFIL_actuator" prefix="Act_"/>
<LN desc="(10) Twin filter for the supply of actuator EA" inst="5"
    lnClass="KFIL" lnType="KFIL_actuator" prefix="Act_"/>
```

#### DataTemplate

KFIL - Filter for the supply of the actuator		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ACAlm	SPS	AC supply failure (fuse or other problem)
MotPro	SPS	Motor protection tripped
FilAlm	SPS	Filter alarm

Tabla 5.18: Plantilla KFIL del IED IEDMainTnk

**Código fuente 5.16: KFIL - Filter for the supply of the actuator - Representación en SCL**

```
<LNNodeType desc="Filter for the supply of the actuator" id="
    KFIL_actuator" lnClass="KFIL">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!--Status information-->
    <DO name="ACAIm" type="ACAIm_1"/>
    <DO name="MotPro" type="MotPro_1"/>
    <DO name="FilAlm" type="FilAlm_1"/>
</LNNodeType>
```

### 5.5.6. Nodo lógico: KPMP

#### Instancias del nodo lógico KPMP

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Act_KPMP1	LD1pumpingUnit	(AC) Pump unit
Act_KPMP2	LD1pumpingUnit	(AD) Pump unit
Act_KPMP3	LD1pumpingUnit	(AE) Pump unit

Tabla 5.19: Instancias KPMP en el IED IEDMainTnk

**Código fuente 5.17: Instancias KPMP representadas en SCL**

```
<LN desc="(AC) Pump unit" inst="1" lnClass="KPMP" lnType="KPMPa"
    prefix="Act_"/>
<LN desc="(AD) Pump unit" inst="2" lnClass="KPMP" lnType="KPMPa"
    prefix="Act_"/>
```

```
<LN desc="(AE) Pump unit" inst="3" lnClass="KPMP" lnType="KMPa"
    prefix="Act_"/>
```

## DataTemplate

KPMP - Pump unit		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ACAlm	SPS	AC supply failure (fuse or other problem)
BlkSt	SPS	The pump is blocked from operation
Operate	DPC	Operate pump

Tabla 5.20: Plantilla KPMP del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.18: KPMP - Pump unit - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Pump unit" id="KMPa" lnClass="KPMP">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!--Status information-->
    <DO name="ACAlm" type="ACAlm_2"/>
    <DO name="BlkSt" type="BlkSt_2"/>
    <!-- Controls -->
    <DO name="Operate" type="Operate_1"/>
</LNNodeType>
```

### 5.5.7. Nodo lógico: KTNK

#### Instancias del nodo lógico KTNK

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Act_KTNK1	LD1pumpingUnit	(1) Main sump tank containing the oil required for operation of the generation unit

Tabla 5.21: Instancias KTNK en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.19: Instancias KTNK representadas en SCL

```
<LN desc="(1) Main sump tank containing the oil required for  
operation of the generation unit" inst="1" lnClass="KTNK"  
lnType="KTNK_1" prefix="Act_"/>
```

## DataTemplate

KTNK - Main sump tank		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
TnkTyp	INS	Type of tank (pressure only, level only, both pressure and level)
VlmCap	ASG	Total Volume capacity
Pres	MV	Pressure in the tank
LevPc	MV	Level in the tank (as percentage of full tank level)
Vlm	MV	Volume of media in tank
Tmp	MV	Temperature of the media in the tank

Tabla 5.22: Plantilla KTNK del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.20: KTNK - Main sump tank - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Main sump tank" id="KTNK_1" lnClass="KTNK">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Status information -->
    <DO name="TnkTyp" type="TnkTyp_1"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="VlmCap" type="VlmCap_1"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Pres" type="Pres_1"/>

```

```

<D0 name="LevPc" type="LevPc_1"/>
<D0 name="Vlm" type="Vlm_1"/>
<D0 name="Tmp" type="Tmp_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.8. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_KVLV1	LD2idlerSystem	(2) Idler system distributing valve
Gv_KVLV2	LD2idlerSystem	(3) Idler system distributing valve
Gv_KVLV3	LD2idlerSystem	(4) Idler system distributing valve

Tabla 5.23: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.21: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(2) Idler system distributing valve" inst="1" lnClass="
    KVLV" lnType="KVLV_idler_system" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(3) Idler system distributing valve" inst="2" lnClass="
    KVLV" lnType="KVLV_idler_system" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(4) Idler system distributing valve" inst="3" lnClass="
    KVLV" lnType="KVLV_idler_system" prefix="Gv_"/>

```

## DataTemplate

KVLV - Idler system distributing valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
OpCnt	INS	Operation counter
Loc	SPS	Local operation selected
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.24: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.22: KVLV - Idler system distributing valve - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
    <!--Flow switches such as LN-->
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Status information -->

```

```

<D0 name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
<D0 name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
<D0 name="Mov" type="Mov_1"/>
<!-- Controls -->
<D0 name="Opn" type="Opn_1"/>
<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.9. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Tmp_KVLV5	LD3oilCoolers	(36) Oil adjusting isolating valve
Tmp_KVLV6	LD3oilCoolers	(37) Water adjusting isolating valve

Tabla 5.25: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.23: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(36) Oil adjusting isolating valve" inst="5" lnClass="
    KVLV" lnType="KVLV_adjusting_isolating_valve" prefix="Tmp_"/>
<LN desc="(37) Water adjusting isolating valve" inst="6" lnClass="
    KVLV" lnType="KVLV_adjusting_isolating_valve" prefix="Tmp_"/>

```



## DataTypeTemplate

KVLV - Oil adjusting isolating valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.26: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.24: KVLV - Oil adjusting isolating valve - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
  <!--Flow switches such as LN-->
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
  <DO name="Mov" type="Mov_1"/>

```

```

<!-- Controls -->
<D0 name="Opn" type="Opn_1"/>
<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

---

### 5.5.10. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_KVLV4	LD2idlerSystem	(5) idler system pilot valve
Gv_KVLV8	LD4control	(7) Main pilot valve (distributing valve)
Gv_KVLV12	LD4control	(9) Piloted distributing valve

Tabla 5.27: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.25: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(5) idler system pilot valve" inst="4" lnClass="KVLV"
    lnType="KVLV_piloted" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(7) Main pilot valve (distributing valve)" inst="8"
    lnClass="KVLV" lnType="KVLV_piloted" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(9) Piloted distributing valve" inst="12" lnClass="KVLV"
    lnType="KVLV_piloted" prefix="Gv_"/>

```

---

## Data Type Template

KVLV - Piloted distributing valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position

Tabla 5.28: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.26: KVLV - Piloted distributing valve - Representación en SCL

```

<LNObjectType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
  <!-- Flow switches such as LN -->
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
  <DO name="Mov" type="Mov_1"/>
  <!-- Controls -->
  <DO name="Opn" type="Opn_1"/>

```

```

<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.11. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pos_KVLV9	LD4control	(BA) Safety solenoid-operated valve BA with position switches CI and CJ
Pos_KVLV10	LD4control	(BB) Safety solenoid-operated valve BB with position switches CK and CL
Pa_KVLV13	LD6valves	(BC) Solenoid-operated valve controlling the oil pressure-tank isolating valve
Gv_KVLV14	LD6valves	(BD) Solenoid-operated valve controlling the wicket gate lock

Tabla 5.29: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.27: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(BA) Safety solenoid-operated valve BA with position
switches CI and CJ" inst="9" lnClass="KVLV" lnType="
KVLV_solenoid_operated" prefix="Pos_"/>
<LN desc="(BB) Safety solenoid-operated valve BB with position
switches CK and CL" inst="10" lnClass="KVLV" lnType="
KVLV_solenoid_operated" prefix="Pos_"/>
<LN desc="(BC) Solenoid-operated valve controlling the oil
pressure-tank isolating valve" inst="13" lnClass="KVLV" lnType
="KVLV_solenoid_operated" prefix="Pa_"/>

```

```

<LN desc="(BD) Solenoid-operated valve controlling the wicket gate
lock" inst="14" lnClass="KVLV" lnType="KVLV_solenoid_operated
" prefix="Gv_"/>

```

## DataTemplate

KVLV - Solenoid operated valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Stuck	SPS	Valve is blocked (can not move from present position)
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.30: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.28: KVLV - Solenoid operated valve - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
  <!--Flow switches such as LN-->
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>

```

```

<D0 name="Beh" type="Beh_1"/>
<D0 name="Health" type="Health_1"/>
<D0 name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
<!-- Status information -->
<D0 name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
<D0 name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
<D0 name="Mov" type="Mov_1"/>
<!-- Controls -->
<D0 name="Opn" type="Opn_1"/>
<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.12. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_KVLV11	LD4control	(8) Adjustable restrictor valve enabling to obtain slackening during GvFLIM8

Tabla 5.31: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.29: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(8) Adjustable restrictor valve enabling to obtain
slackening during GvFLIM8" inst="11" lnClass="KVLV" lnType="
KVLV_restrictor" prefix="Gv_"/>

```

## DataTemplate

KVLV - Adjustable restrictor valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.32: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.30: KVLV - Adjustable restrictor valve - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
  <!--Flow switches such as LN-->
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
  <DO name="Mov" type="Mov_1"/>

```

```

<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1"/>
<DO name="Cls" type="Cls_1"/>
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNNodeType>

```

---

### 5.5.13. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Flw_KVLV7	LD3oilCoolers	(LN) Oil coolers flow switch

Tabla 5.33: Instancias KVLV en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.31: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(LN) Oil coolers flow switch" inst="7" lnClass="KVLV"
    lnType="KVLV_switch" prefix="Flw_"/>

```

---



## DataTemplate

KVLV - Switch		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.34: Plantilla KVLV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.32: KVLV - Switch - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Switch" id="KVLV_switch" lnClass="KVLV">
  <!--Flow switches such as LN-->
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
  <DO name="Mov" type="Mov_1"/>

```

```

<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1"/>
<DO name="Cls" type="Cls_1"/>
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

#### 5.5.14. Nodo lógico: STMP

##### Instancias del nodo lógico STMP

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Tmp_STMP1	LD3oilCoolers	(6) Oil cooler temperature supervision
Tmp_STMP2	LD3oilCoolers	(6) Oil cooler temperature supervision

Tabla 5.35: Instancias STMP en el IED IEDMainTnk

##### Código fuente 5.33: Instancias STMP representadas en SCL

```

<LN desc="(6) Oil cooler temperature supervision" inst="1" lnClass
    ="STMP" lnType="STMP6" prefix="Tmp_"/>
<LN desc="(6) Oil cooler temperature supervision" inst="2" lnClass
    ="STMP" lnType="STMP6" prefix="Tmp_"/>

```

## Data Type Template

STMP - Oil cooler temperature supervision		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Loc	SPS	Local operation selected
Alm	SPS	Temperature alarm level reached
Trip	SPS	Temperature trip level reached
TmpAlmSpt	ASG	Temperature alarm level reached
TmpTrSpt	ASG	Temperature trip level reached

Tabla 5.36: Plantilla STMP del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.34: STMP - Oil cooler temperature supervision - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Thermostat temperature controller" id="
  STMP_thermostat" lnClass="STMP">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="Alm" type="Alm_1"/>
  <DO name="Trip" type="Trip_1"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="TmpAlmSpt" type="TmpAlmSpt_1"/>
  <DO name="TmpTrSpt" type="TmpTrSpt_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.15. Nodo lógico: STMP

#### Instancias del nodo lógico STMP

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Tmp_STMP3	LD7accesories	(LI) Thermostat temperature controller
Tmp_STMP4	LD7accesories	(13) Temperature controller

Tabla 5.37: Instancias STMP en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.35: Instancias STMP representadas en SCL

```
<LN desc="(LI) Thermostat temperature controller" inst="3" lnClass
    ="STMP" lnType="STMP_thermostat" prefix="Tmp_"/>
<LN desc="(13) Temperature controller" inst="4" lnClass="STMP"
    lnType="STMP_thermostat" prefix="Tmp_"/>
```

#### DataTemplate

STMP - Thermostat temperature controller		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Alm	SPS	Temperature alarm level reached
Trip	SPS	Temperature trip level reached
TmpAlmSpt	ASG	Temperature alarm level reached
TmpTrSpt	ASG	Temperature trip level reached

Tabla 5.38: Plantilla STMP del IED IEDMainTnk

**Código fuente 5.36: STMP - Thermostat temperature controller - Representación en SCL**

```
<LNObjectType desc="Thermostat temperature controller" id="
    STMP_thermostat" lnClass="STMP">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Status information -->
    <DO name="Alm" type="Alm_1"/>
    <DO name="Trip" type="Trip_1"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="TmpAlmSpt" type="TmpAlmSpt_1"/>
    <DO name="TmpTrSpt" type="TmpTrSpt_1"/>
</LNObjectType>
```

### 5.5.16. Nodo lógico: TLEV

#### Instancias del nodo lógico TLEV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Lvl_TLEV1	LD7accesories	(14) Level gauge

Tabla 5.39: Instancias TLEV en el IED IEDMainTnk

**Código fuente 5.37: Instancias TLEV representadas en SCL**

```
<LN desc="(14) Level gauge " inst="1" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>
```

## DataTypeTemplate

TLEV - Level gauge		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
LevPc	SAV	Level (percentage)
SmpRteSet	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.40: Plantilla TLEV del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.38: TLEV - Level gauge - Representación en SCL

```
<LNodeType desc="Level gauge" id="TLEV_gauge" lnClass="TLEV">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="LevPc" type="LevPc_2"/>
  <DO name="SmpRteSet" type="SmpRteSet_1"/>
</LNodeType>
```

---

### 5.5.17. Nodo lógico: TPOS

#### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_TPOS1	LD4control	(EB) Main pilot valve displacement sensor
Gv_TPOS2	LD4control	(EA) Actuator EA controlling the distributing valve 7

Tabla 5.41: Instancias TPOS en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.39: Instancias TPOS representadas en SCL

```
<LN desc="(EB) Main pilot valve displacement sensor" inst="1"
    lnClass="TPOS" lnType="TPOS_e" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(EA) Actuator EA controlling the distributing valve 7"
    inst="2" lnClass="TPOS" lnType="TPOS_e" prefix="Gv_"/>
```

#### DataTypeTemplate

TPOS - valve displacement sensor		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.42: Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.40: TPOS - valve displacement sensor - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNNodeType>
```

### 5.5.18. Nodo lógico: TPOS

#### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pos_TPOS3	LD4control	(BA) Safety solenoid-operated valve BA with position switches CI and CJ
Pos_TPOS4	LD4control	(BB) Safety solenoid-operated valve BB with position switches CK and CL
Pa_TPOS5	LD6valves	(BC) PaKVLVbc position swiches CM and CN
Gv_TPOS6	LD6valves	(BD) GvKVLVbd position swiches CO and CP
Lvl_TPOS9	LD7accessories	(LG) Level switch
Lvl_TPOS10	LD7accessories	(LH) Level switch

Tabla 5.43: Instancias TPOS en el IED IEDMainThk



#### Código fuente 5.41: Instancias TPOS representadas en SCL

```
<LN desc="(BA) Safety solenoid-operated valve BA with position
switches CI and CJ" inst="3" lnClass="TPOS" lnType="
TPOS_lvl_sw" prefix="Pos_"/>
<LN desc="(BB) Safety solenoid-operated valve BB with position
switches CK and CL" inst="4" lnClass="TPOS" lnType="
TPOS_lvl_sw" prefix="Pos_"/>
<LN desc="(BC) PaKVLVbc position swiches CM and CN" inst="5"
lnClass="TPOS" lnType="TPOS_lvl_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(BD) GvKVLVbd position swiches CO and CP" inst="6"
lnClass="TPOS" lnType="TPOS_lvl_sw" prefix="Gv_"/>
<LN desc="(LG) Level switch" inst="9" lnClass="TPOS" lnType="
TPOS_lvl_sw" prefix="Lvl_"/>
<LN desc="(LH) Level switch" inst="10" lnClass="TPOS" lnType="
TPOS_lvl_sw" prefix="Lvl_"/>
```

#### DataTemplate

TPOS - Level switch		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.44: Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.42: TPOS - Level switch - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
  <!-- Common logical node information -->
```

```

<D0 name="Mod" type="Mod_1"/>
<D0 name="Beh" type="Beh_1"/>
<D0 name="Health" type="Health_1"/>
<D0 name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
<D0 name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
<!-- Measured values -->
<D0 name="PosPc" type="PosPc_1"/>
<!-- Settings -->
<D0 name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.19. Nodo lógico: TPOS

#### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPOS7	LD7acesories	(DA) Pressure switch
Pa_TPOS8	LD7acesories	(LO) Pressure switch

Tabla 5.45: Instancias TPOS en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.43: Instancias TPOS representadas en SCL

```

<LN desc="(DA) Pressure switch" inst="7" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LO) Pressure switch" inst="8" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>

```

## DataTemplate

TPOS - Pressure switch		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.46: Plantilla TPOS del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.44: TPOS - Pressure switch - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

## 5.5.20. Nodo lógico: TPRS

### Instancias del nodo lógico TPRS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPRS2	LD7accesories	(11) Pressure-gauge
Pa_TPRS3	LD7accesories	(12) Pressure-gauge

Tabla 5.47: Instancias TPRS en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.45: Instancias TPRS representadas en SCL

```
<LN desc="(11) Pressure-gauge" inst="2" lnClass="TPRS" lnType="
    TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(12) Pressure-gauge" inst="3" lnClass="TPRS" lnType="
    TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
```

### DataTypeTemplate

TPRS - Pressure-gauge		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Pres	SAV	Pressure of media [Pa]
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.48: Plantilla TPRS del IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.46: TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Pressure-gauge" id="TPRS_gauge" lnClass="TPRS">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Pres" type="Pres_3"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_4"/>
</LNNodeType>
```

### 5.5.21. Nodo lógico: TTMP

#### Instancias del nodo lógico TTMP

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Tmp_TTMP1	LD3oilCoolers	(6) Oil cooler temperature
Tmp_TTMP2	LD3oilCoolers	(6) Oil cooler temperature
Tmp_TTMP4	LD7accessories	(13) Temperature

Tabla 5.49: Instancias TTMP en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.47: Instancias TTMP representadas en SCL

```
<LN desc="(6) Oil cooler temperature" inst="1" lnClass="TTMP"
  lnType="TTMP_6" prefix="Tmp_"/>
<LN desc="(6) Oil cooler temperature" inst="2" lnClass="TTMP"
  lnType="TTMP_6" prefix="Tmp_"/>
<LN desc="(13) Temperature" inst="4" lnClass="TTMP" lnType="TTMP_6
  " prefix="Tmp_"/>
```

## DataTypeTemplate

TTMP - Oil cooler temperature		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Tmp	MV	Temperature (C)
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.50: Plantilla TTMP del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.48: TTMP - Oil cooler temperature - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Thermostat temperature" id="TTMP_thermostat"
  lnClass="TTMP">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_3"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Tmp" type="Tmp_2"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_3"/>
</LNodeType>

```

### 5.5.22. Nodo lógico: TTMP

#### Instancias del nodo lógico TTMP

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Tmp_TTMP3	LD7accessories	(LI) Thermostat temperature

Tabla 5.51: Instancias TTMP en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.49: Instancias TTMP representadas en SCL

```
<LN desc="(LI) Thermostat temperature" inst="3" lnClass="TTMP"
    lnType="TTMP_thermostat" prefix="Tmp_"/>
```

#### DataTemplate

TTMP - Thermostat temperature		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Tmp	MV	Temperature (C)
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.52: Plantilla TTMP del IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.50: TTMP - Thermostat temperature - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Thermostat temperature" id="TTMP_thermostat"
    lnClass="TTMP">
```

```

    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_3"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Tmp" type="Tmp_2"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_3"/>
  </LNodeType>

```

---

### 5.5.23. Nodo lógico: ZMOT

#### Instancias del nodo lógico ZMOT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Act_ZMOT1	LD1pumpingUnit	(AC) Motor for the pump unit
Act_ZMOT2	LD1pumpingUnit	(AD) Motor for the pump unit
Act_ZMOT3	LD1pumpingUnit	(AE) Motor for the pump unit

Tabla 5.53: Instancias ZMOT en el IED IEDMainTnk

#### Código fuente 5.51: Instancias ZMOT representadas en SCL

```

<LN desc="(AC) Motor for the pump unit" inst="1" lnClass="ZMOT"
    lnType="ZMOTa" prefix="Act_"/>
<LN desc="(AD) Motor for the pump unit" inst="2" lnClass="ZMOT"
    lnType="ZMOTa" prefix="Act_"/>
<LN desc="(AE) Motor for the pump unit" inst="3" lnClass="ZMOT"
    lnType="ZMOTa" prefix="Act_"/>

```

---



## DataTemplate

ZMOT - Motor for the pump unit		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
OpTmh	INS	Operation time
DExt	SPC	De-excitation

Tabla 5.54: Plantilla ZMOT del IED IEDMainTnk

### Código fuente 5.52: ZMOT - Motor for the pump unit - Representación en SCL

```
<LNodeType desc="Motor for the pump unit" id="ZMOTa" lnClass="ZMOT
">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="OpTmh" type="OpTmh_1"/>
    <!-- Controls -->
    <DO name="DExt" type="DExt_1"/>
</LNodeType>
```

## 5.6. Nodos lógicos del IED IEDairOilTNK

### 5.6.1. Nodo lógico: KTNK

Instancias del nodo lógico KTNK

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_KTNK2	LD1tank	(15) Air-oil pressure-tank
Pa_KTNK3	LD2tank	(15) Air-oil pressure-tank
Pa_KTNK4	LD3tank	(15) Air-oil pressure-tank

Tabla 5.55: Instancias KTNK en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.53: Instancias KTNK representadas en SCL

```
<LN desc="(15) Air-oil pressure-tank" inst="2" lnClass="KTNK"
    lnType="KTNK_air_oil" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(15) Air-oil pressure-tank" inst="3" lnClass="KTNK"
    lnType="KTNK_air_oil" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(15) Air-oil pressure-tank" inst="4" lnClass="KTNK"
    lnType="KTNK_air_oil" prefix="Pa_"/>
```

## DataTemplate

KTNK - Air-oil pressure tank		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
TnkTyp	INS	Type of tank (pressure only, level only, both pressure and level)
VlmCap	ASG	Total Volume capacity
Pres	MV	Pressure in the tank
LevPc	MV	Level in the tank (as percentage of full tank level)
Vlm	MV	Volume of media in tank
Tmp	MV	Temperature of the media in the tank

Tabla 5.56: Plantilla KTNK del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.54: KTNK - Air-oil pressure tank - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Air-oil pressure tank" id="KTNK_air_oil" lnClass
    ="KTNK">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Status information -->
    <DO name="TnkTyp" type="TnkTyp_1"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="VlmCap" type="VlmCap_1"/>
    <!-- Measured values -->

```

```

<D0 name="Pres" type="Pres_1"/>
<D0 name="LevPc" type="LevPc_1"/>
<D0 name="Vlm" type="Vlm_1"/>
<D0 name="Tmp" type="Tmp_1"/>
</LNodeType>

```

## 5.6.2. Nodo lógico: KVLV

### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_KVLV17	LD1tank	(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up
Pa_KVLV20	LD2tank	(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up
Pa_KVLV23	LD3tank	(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up

Tabla 5.57: Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.55: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up
  " inst="17" lnClass="KVLV" lnType="KVLV_solenoid_operated"
  prefix="Pa_"/>
<LN desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up
  " inst="20" lnClass="KVLV" lnType="KVLV_solenoid_operated"
  prefix="Pa_"/>
<LN desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-up
  " inst="23" lnClass="KVLV" lnType="KVLV_solenoid_operated"
  prefix="Pa_"/>

```

## Data Type Template

KVLV - Solenoid operated valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
Stuck	SPS	Valve is blocked (can not move from present position)
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.58: Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.56: KVLV - Solenoid operated valve - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Automatic controlled isolating valve" id="
  KVLV_aut_contr" lnClass="KVLV">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->

```

```

<D0 name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
<D0 name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
<D0 name="Mov" type="Mov_1"/>
<!-- Controls -->
<D0 name="Opn" type="Opn_1"/>
<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.6.3. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_KVLV16	LD1tank	(20) Relief valve
Pa_KVLV19	LD2tank	(20) Relief valve
Pa_KVLV22	LD3tank	(20) Relief valve

Tabla 5.59: Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.57: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(20) Relief valve" inst="16" lnClass="KVLV" lnType="
    KVLV_relief" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(20) Relief valve" inst="19" lnClass="KVLV" lnType="
    KVLV_relief" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(20) Relief valve" inst="22" lnClass="KVLV" lnType="
    KVLV_relief" prefix="Pa_"/>

```

## DataTemplate

KVLV - Relief pressure valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.60: Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.58: KVLV - Relief pressure valve - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Automatic controlled isolating valve" id="
  KVLV_aut_contr" lnClass="KVLV">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
  <DO name="Mov" type="Mov_1"/>

```

```

<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1"/>
<DO name="Cls" type="Cls_1"/>
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

---

#### 5.6.4. Nodo lógico: KVLV

##### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_KVLV15	LD1tank	(17) Automatic controlled isolating valve
Pa_KVLV18	LD2tank	(17) Automatic controlled isolating valve
Pa_KVLV21	LD3tank	(17) Automatic controlled isolating valve

Tabla 5.61: Instancias KVLV en el IED IEDairOilTNK

##### Código fuente 5.59: Instancias KVLV representadas en SCL

```

<LN desc="(17) Automatic controlled isolating valve" inst="15"
  lnClass="KVLV" lnType="KVLV_aut_contr" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(17) Automatic controlled isolating valve" inst="18"
  lnClass="KVLV" lnType="KVLV_aut_contr" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(17) Automatic controlled isolating valve" inst="21"
  lnClass="KVLV" lnType="KVLV_aut_contr" prefix="Pa_"/>

```

---



## DataTemplate

KVLV - Automatic controlled isolating valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.62: Plantilla KVLV del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.60: KVLV - Automatic controlled isolating valve - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Automatic controlled isolating valve" id="
  KVLV_aut_contr" lnClass="KVLV">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>

```

```

<D0 name="Mov" type="Mov_1"/>
<!-- Controls -->
<D0 name="Opn" type="Opn_1"/>
<D0 name="Cls" type="Cls_1"/>
<D0 name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<D0 name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.6.5. Nodo lógico: TLEV

#### Instancias del nodo lógico TLEV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Lvl_TLEV2	LD1tank	(18) Float level gauge
Lvl_TLEV3	LD1tank	(18) Float level gauge
Lvl_TLEV4	LD2tank	(18) Float level gauge
Lvl_TLEV5	LD2tank	(18) Float level gauge
Lvl_TLEV6	LD3tank	(18) Float level gauge
Lvl_TLEV7	LD3tank	(18) Float level gauge

Tabla 5.63: Instancias TLEV en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.61: Instancias TLEV representadas en SCL

```

<LN desc="(18) Float level gauge" inst="2" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>
<LN desc="(18) Float level gauge" inst="3" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>
<LN desc="(18) Float level gauge" inst="4" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>
<LN desc="(18) Float level gauge" inst="5" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>

```

```

<LN desc="(18) Float level gauge" inst="6" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>
<LN desc="(18) Float level gauge" inst="7" lnClass="TLEV" lnType="
    TLEV_gauge" prefix="Lvl_"/>

```

## DataTemplate

TLEV - Level gauge		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
LevPc	SAV	Level (percentage)
SmpRteSet	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.64: Plantilla TLEV del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.62: TLEV - Level gauge - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Level gauge" id="TLEV_gauge" lnClass="TLEV">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="LevPc" type="LevPc_2"/>
    <DO name="SmpRteSet" type="SmpRteSet_1"/>
</LNNodeType>

```

### 5.6.6. Nodo lógico: TPOS

#### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPOS11	LD1tank	(DB) Pressure-switch DB
Pa_TPOS12	LD1tank	(DC) Pressure-switch DC
Pa_TPOS13	LD1tank	(DD) Pressure-switch DD
Pa_TPOS14	LD1tank	(LE) Pressure-switch LE
Pa_TPOS15	LD1tank	(LF1) Pressure-switch LF1
Pa_TPOS16	LD1tank	(LF2) Pressure-switch LF2
Pa_TPOS17	LD2tank	(DB) Pressure-switch DB
Pa_TPOS18	LD2tank	(DC) Pressure-switch DC
Pa_TPOS19	LD2tank	(DD) Pressure-switch DD
Pa_TPOS20	LD2tank	(LE) Pressure-switch LE
Pa_TPOS21	LD2tank	(LF1) Pressure-switch LF1
Pa_TPOS22	LD2tank	(LF2) Pressure-switch LF2
Pa_TPOS23	LD3tank	(DB) Pressure-switch DB
Pa_TPOS24	LD3tank	(DC) Pressure-switch DC
Pa_TPOS25	LD3tank	(DD) Pressure-switch DD
Pa_TPOS26	LD3tank	(LE) Pressure-switch LE
Pa_TPOS27	LD3tank	(LF1) Pressure-switch LF1
Pa_TPOS28	LD3tank	(LF2) Pressure-switch LF2

Tabla 5.65: Instancias TPOS en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.63: Instancias TPOS representadas en SCL

```
<LN desc="(DB) Pressure-switch DB" inst="11" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
```

```

<LN desc="(DC) Pressure-switch DC" inst="12" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DD) Pressure-switch DD" inst="13" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LE) Pressure-switch LE" inst="14" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF1) Pressure-switch LF1" inst="15" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF2) Pressure-switch LF2" inst="16" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DB) Pressure-switch DB" inst="17" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DC) Pressure-switch DC" inst="18" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DD) Pressure-switch DD" inst="19" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LE) Pressure-switch LE" inst="20" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF1) Pressure-switch LF1" inst="21" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF2) Pressure-switch LF2" inst="22" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DB) Pressure-switch DB" inst="23" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DC) Pressure-switch DC" inst="24" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DD) Pressure-switch DD" inst="25" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LE) Pressure-switch LE" inst="26" lnClass="TPOS" lnType
    ="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF1) Pressure-switch LF1" inst="27" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LF2) Pressure-switch LF2" inst="28" lnClass="TPOS"
    lnType="TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>

```

---

## Data Type Template

TPOS - Pressure switch		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.66: Plantilla TPOS del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.64: TPOS - Pressure switch - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="PosPc" type="PosPc_1"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.6.7. Nodo lógico: TPRS

#### Instancias del nodo lógico TPRS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPRS4	LD1tank	(EE) Pressure transmitter
Pa_TPRS6	LD2tank	(EE) Pressure transmitter
Pa_TPRS8	LD3tank	(EE) Pressure transmitter

Tabla 5.67: Instancias TPRS en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.65: Instancias TPRS representadas en SCL

```
<LN desc="(EE) Pressure transmitter" inst="4" lnClass="TPRS"
    lnType="TPRS_trans" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(EE) Pressure transmitter" inst="6" lnClass="TPRS"
    lnType="TPRS_trans" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(EE) Pressure transmitter" inst="8" lnClass="TPRS"
    lnType="TPRS_trans" prefix="Pa_"/>
```

## DataTemplate

TPRS - Pressure transmitter		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Pres	SAV	Pressure of media [Pa]
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.68: Plantilla TPRS del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.66: TPRS - Pressure transmitter - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure-gauge" id="TPRS_gauge" lnClass="TPRS">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Pres" type="Pres_3"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_4"/>
</LNodeType>

```



### 5.6.8. Nodo lógico: TPRS

#### Instancias del nodo lógico TPRS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPRS5	LD1tank	(21) Pressure-gauge
Pa_TPRS7	LD2tank	(21) Pressure-gauge
Pa_TPRS9	LD3tank	(21) Pressure-gauge

Tabla 5.69: Instancias TPRS en el IED IEDairOilTNK

#### Código fuente 5.67: Instancias TPRS representadas en SCL

```
<LN desc="(21) Pressure-gauge" inst="5" lnClass="TPRS" lnType="
    TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(21) Pressure-gauge" inst="7" lnClass="TPRS" lnType="
    TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(21) Pressure-gauge" inst="9" lnClass="TPRS" lnType="
    TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
```

## DataTypeTemplate

TPRS - Pressure-gauge		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Pres	SAV	Pressure of media [Pa]
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.70: Plantilla TPRS del IED IEDairOilTNK

### Código fuente 5.68: TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure-gauge" id="TPRS_gauge" lnClass="TPRS">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4"/>
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Pres" type="Pres_3"/>
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_4"/>
</LNodeType>

```

## 5.7. Nodos lógicos del IED IEDcmprsAirPlant

### 5.7.1. Nodo lógico: FLIM

Instancias del nodo lógico FLIM

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_FLIM2	LD1tank	(LA) Limit to reach the overspeed (speed limit)

Tabla 5.71: Instancias FLIM en el IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.69: Instancias FLIM representadas en SCL

```
<LN desc="(LA) Limit to reach the overspeed (speed limit)" inst  
    ="2" lnClass="FLIM" lnType="FLIM_" prefix="Gv_"/>
```

## DataTypeTemplate

FLIM - Wicket gate closure travel limit		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
HiLim	SPS	Limit reached
LoLim	SPS	Limit reached
Out	MV	Output signal
HiLimSpt	ASG	Hight limit set point
LoLimSpt	ASG	Hight limit set point
Blk	SPC	Block operation

Tabla 5.72: Plantilla FLIM del IED IEDcmprsAirPlant

### Código fuente 5.70: FLIM - Wicket gate closure travel limit - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Wicket gate closure travel limit" id="FLIM_"
  lnClass="FLIM">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!-- Status information -->
  <DO desc="High Limit reached" name="HiLim" type="xLim_1"/>
  <DO desc="Low Limit reached" name="LoLim" type="xLim_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO desc="Output signal" name="Out" type="Out_1"/>
  <DO desc="High Limit setpoint" name="HiLimSpt" type="
    xLimSpt_1"/>

```

```

    <D0 desc="Low Limit setpoint" name="LoLimSpt" type="
        xLimSpt_1"/>
    <D0 desc="Block operation" name="Blk" type="Blk_1"/>
</LNodeType>

```

## 5.7.2. Nodo lógico: FSPT

### Instancias del nodo lógico FSPT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_FSPT1	LD1tank	(LA) Speed limit set-point

Tabla 5.73: Instancias FSPT en el IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.71: Instancias FSPT representadas en SCL

```

<LN desc="(LA) Speed limit set-point" inst="1" lnClass="FSPT"
    lnType="FSPT_for_flim" prefix="Gv_"/>

```

### DataTemplate

FSPT - Wicket gate closure travel limit set-point		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SptMem	MV	Set point in memory

Tabla 5.74: Plantilla FSPT del IED IEDcmprsAirPlant

**Código fuente 5.72: FSPT - Wicket gate closure travel limit set-point - Representación en SCL**

```
<LNObjectType desc="Wicket gate closure travel limit set-point" id="
  FSPT_for_flim" lnClass="FSPT">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <!--Measured values-->
  <DO desc="Setpoint in memory" name="SptMem" type="SptMem_1
    "/>
</LNObjectType>
```

### 5.7.3. Nodo lógico: KVLV

#### Instancias del nodo lógico KVLV

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_KVLV24	LD1tank	(24) Relief valve

Tabla 5.75: Instancias KVLV en el IED IEDcmprsAirPlant

**Código fuente 5.73: Instancias KVLV representadas en SCL**

```
<LN desc="(24) Relief valve" inst="24" lnClass="KVLV" lnType="
  KVLV_relief" prefix="Pa_"/>
```

## DataTypeTemplate

KVLV - Relief pressure valve		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
ClsPos	DPC	Closed end position reached (valve can not move further)
OpnPos	DPC	Open end position reached (valve can not move further)
Mov	SPS	Valve is moving
Opn	DPC	Valve to full open position
Cls	DPC	Valve to full closed position
BlkOpn	SPC	Block opening of the valve
BlkCls	SPC	Block closing of the valve

Tabla 5.76: Plantilla KVLV del IED IEDcmprsAirPlant

### Código fuente 5.74: KVLV - Relief pressure valve - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Relief pressure valve" id="KVLV_relief" lnClass="
KVLV">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!-- Status information -->
    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1"/>
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1"/>
    <DO name="Mov" type="Mov_1"/>

```

```

<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1"/>
<DO name="Cls" type="Cls_1"/>
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1"/>
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1"/>
</LNodeType>

```

---

#### 5.7.4. Nodo lógico: TPOS

##### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Gv_TPOS33	LD1tank	(EC) Wicket-gate displacement sensor

Tabla 5.77: Instancias TPOS en el IED IEDcmprsAirPlant

##### Código fuente 5.75: Instancias TPOS representadas en SCL

```

<LN desc="(EC) Wicket-gate displacement sensor" inst="33" lnClass
    ="TPOS" lnType="TPOS_e" prefix="Gv_"/>

```

---



## DataTypeTemplate

TPOS - valve displacement sensor		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.78: Plantilla TPOS del IED IEDcmprsAirPlant

### Código fuente 5.76: TPOS - valve displacement sensor - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

---

### 5.7.5. Nodo lógico: TPOS

#### Instancias del nodo lógico TPOS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPOS29	LD1tank	(DE) Pressure switch
Pa_TPOS30	LD1tank	(DF) Pressure switch
Pa_TPOS31	LD1tank	(DG) Pressure switch
Pa_TPOS32	LD1tank	(LM) Pressure switch

Tabla 5.79: Instancias TPOS en el IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.77: Instancias TPOS representadas en SCL

```
<LN desc="(DE) Pressure switch" inst="29" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DF) Pressure switch" inst="30" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(DG) Pressure switch" inst="31" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
<LN desc="(LM) Pressure switch" inst="32" lnClass="TPOS" lnType="
  TPOS_prs_sw" prefix="Pa_"/>
```

## Data Type Template

TPOS - Pressure switch		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
PosPc	SAV	Position given as percentage of full movement
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.80: Plantilla TPOS del IED IEDcmprsAirPlant

### Código fuente 5.78: TPOS - Pressure switch - Representación en SCL

```

<LNodeType desc="Pressure switch" id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
  <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
  <DO name="Health" type="Health_1"/>
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1"/>
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

### 5.7.6. Nodo lógico: TPRS

#### Instancias del nodo lógico TPRS

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_TPRS10	LD1tank	(25) Pressure-gauge

Tabla 5.81: Instancias TPRS en el IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.79: Instancias TPRS representadas en SCL

```
<LN desc="(25) Pressure-gauge" inst="10" lnClass="TPRS" lnType="
  TPRS_gauge" prefix="Pa_"/>
```

#### DataTemplate

TPRS - Pressure-gauge		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Pres	SAV	Pressure of media [Pa]
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.82: Plantilla TPRS del IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.80: TPRS - Pressure-gauge - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Pressure-gauge" id="TPRS_gauge" lnClass="TPRS">
  <!-- Common logical node information -->
```

```

<D0 name="Mod" type="Mod_1"/>
<D0 name="Beh" type="Beh_1"/>
<D0 name="Health" type="Health_1"/>
<D0 name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
<D0 name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4"/>
<!-- Measured values -->
<D0 name="Pres" type="Pres_3"/>
<!-- Settings -->
<D0 name="SmpRte" type="SmpRte_4"/>
</LNodeType>

```

### 5.7.7. Nodo lógico: ZMOT

#### Instancias del nodo lógico ZMOT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Pa_ZMOT4	LD1tank	(AF) Motor for the compressor unit AF

Tabla 5.83: Instancias ZMOT en el IED IEDcmprsAirPlant

#### Código fuente 5.81: Instancias ZMOT representadas en SCL

```

<LN desc="(AF) Motor for the compressor unit AF" inst="4" lnClass
    ="ZMOT" lnType="ZMOTa" prefix="Pa_"/>

```

## DataTypeTemplate

ZMOT - Motor for the pump unit		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
OpTmh	INS	Operation time
DExt	SPC	De-excitation

Tabla 5.84: Plantilla ZMOT del IED IEDcmprsAirPlant

### Código fuente 5.82: ZMOT - Motor for the pump unit - Representación en SCL

```
<LNodeType desc="Motor for the pump unit" id="ZMOTa" lnClass="ZMOT
">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="OpTmh" type="OpTmh_1"/>
    <!-- Controls -->
    <DO name="DExt" type="DExt_1"/>
</LNodeType>
```

## 5.8. Nodos lógicos del IED IEDsensRot

### 5.8.1. Nodo lógico: FLIM

Instancias del nodo lógico FLIM

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Spd_FLIM1	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM2	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM3	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM4	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM5	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM6	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM7	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM8	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM9	LD1	Límite de la velocidad
Spd_FLIM10	LD1	Límite de la velocidad

Tabla 5.85: Instancias FLIM en el IED IEDsensRot

#### Código fuente 5.83: Instancias FLIM representadas en SCL

```
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="1" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_tipical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="2" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_tipical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="3" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_tipical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="4" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_tipical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="5" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_tipical" prefix="Spd_"/>
```

```

<LN desc="Límite de la velocidad" inst="6" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_typical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="7" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_typical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="8" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_typical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="9" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_typical" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Límite de la velocidad" inst="10" lnClass="FLIM" lnType="
    FLIM_typical" prefix="Spd_"/>

```

## DataTemplate

FLIM - Limits of typical values		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
HiLim	SPS	
LoLim	SPS	
Out	MV	
HiLimSpt	ASG	
LoLimSpt	ASG	

Tabla 5.86: Plantilla FLIM del IED IEDsensRot

### Código fuente 5.84: FLIM - Limits of typical values - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Limits of typical values" id="FLIM_typical"
    lnClass="FLIM">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>

```



```

<D0 name="Beh" type="Beh_1"/>
<D0 name="Health" type="Health_1"/>
<D0 name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
<!--Status information-->
<D0 desc="High limit reached (input signal above limit)"
      name="HiLim" type="HiLim_typical"/>
<D0 desc="Low limit reached (input signal below limit)" name
      ="LoLim" type="LoLim_typical"/>
<!--Measured values-->
<D0 desc="Output signal" name="Out" type="Out_typical"/>
<!--Settings-->
<D0 desc="High limit set point" name="HiLimSpt" type="
      HiLimSpt_typical"/>
<D0 desc="Minimum limit set point" name="LoLimSpt" type="
      LoLimSpt_typical"/>
</LNodeType>

```

---

### 5.8.2. Nodo lógico: FSPT

#### Instancias del nodo lógico FSPT

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Spd_FSPT1	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT2	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT3	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT4	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT5	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT6	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT7	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT8	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT9	LD1	Punto configurable de la velocidad
Spd_FSPT10	LD1	Punto configurable de la velocidad

Tabla 5.87: Instancias FSPT en el IED IEDsensRot

#### Código fuente 5.85: Instancias FSPT representadas en SCL

```
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="1" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="2" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="3" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="4" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="5" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="6" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
```

```

<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="7" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="8" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="9" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>
<LN desc="Punto configurable de la velocidad" inst="10" lnClass="
    FSPT" lnType="FSPT_1" prefix="Spd_"/>

```

## DataTemplate

FSPT - Set point control function		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SptMem	MV	Set point in memory

Tabla 5.88: Plantilla FSPT del IED IEDsensRot

### Código fuente 5.86: FSPT - Set point control function - Representación en SCL

```

<LNNodeType desc="Set point control function" id="FSPT_1" lnClass="
    FSPT">
    <!--Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <!--Measured value-->
    <DO name="SptMem" type="SptMem_1"/>
</LNNodeType>

```

### 5.8.3. Nodo lógico: TRTN

#### Instancias del nodo lógico TRTN

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Spd_TRTN1	LD2	Tacometer

Tabla 5.89: Instancias TRTN en el IED IEDsensRot

#### Código fuente 5.87: Instancias TRTN representadas en SCL

```
<LN desc="Tacometer" inst="1" lnClass="TRTN" lnType="TRTN_1"
    prefix="Spd_"/>
```

#### DataTypeTemplate

TRTN - Tacometer		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range
Hz	SAV	Rotational speed (Hz)
SmpRte	ING	Sampling rate setting

Tabla 5.90: Plantilla TRTN del IED IEDsensRot

#### Código fuente 5.88: TRTN - Tacometer - Representación en SCL

```
<LNNodeType desc="Tacometer" id="TRTN_1" lnClass="TRTN">
    <!--Common logical node information -->
```

```

<D0 name="Mod" type="Mod_1"/>
<D0 name="Beh" type="Beh_1"/>
<D0 name="Health" type="Health_1"/>
<D0 name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
<D0 name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
<!--Measured values-->
<D0 name="Hz" type="Spd_1"/>
<!--Settings-->
<D0 name="SmpRte" type="SmpRte_1"/>
</LNodeType>

```

---

#### 5.8.4. Nodo lógico: HSPD

##### Instancias del nodo lógico HSPD

IED Logical Nodes		
LN Name	Logical Device Allocation	Code and description
Spd_HSPD1	LD2	Speed monitoring

Tabla 5.91: Instancias HSPD en el IED IEDsensRot

##### Código fuente 5.89: Instancias HSPD representadas en SCL

```

<LN desc="Speed monitoring" inst="1" lnClass="HSPD" lnType="HSPD_1
" prefix="Spd_"/>

```

---

## DataTypeTemplate

HSPD -		
Attribute Name	Attr. Type	Explanation
Mod	INC	Mode
Beh	INS	Behaviour
Health	INS	Health
NamPlt	LPL	Name plate
SmpRteRng	ING	Available sampling rate range

Tabla 5.92: Plantilla HSPD del IED IEDsensRot

### Código fuente 5.90: HSPD - - Representación en SCL

```
<LNodeType id="HSPD_1" lnClass="HSPD">
    <!--Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
    <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
    <DO name="Health" type="Health_1"/>
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1"/>
    <!--TODO: falta completar bien-->
</LNodeType>
```

## 5.9. Resumen de los nodos lógicos del sistema

En la figura 5-3 se presenta el resumen gráfico de los nodos lógicos del regulador de velocidad, conforme a la arquitectura definida en la figura 5-1. Este gráfico fue generado por la herramienta de ingeniería Atlan61850 a partir de los archivos ICD del anexo A, y los XSDs del anexo A de la norma IEC 61850-6 [1], que han sido modificados para utilizar las definiciones de norma IEC 61850-7-4-10 [8] (estas modificaciones se presentan en el anexo B de este trabajo. Posteriormente el gráfico fue enriquecido utilizando un editor de imágenes convencional.



# Capítulo 6

## Conclusiones

### 6.1. Conclusiones

Este Trabajo Final de Grado comienza en el capítulo 2 con una breve introducción a la norma IEC 61850. Esta introducción describe la importancia de la norma, las nociones básicas de la norma, su aplicación en las hidroeléctricas, dando mayor enfoque a la explicación del modelo de información y servicios que ofrece la IEC 61850, y a la explicación del lenguaje de configuración de estos sistemas de comunicación y redes.

Un objetivo importante de este trabajo es interpretar la norma IEC 61850, identificando sus puntos fuertes y débiles para su aplicación en centrales hidroeléctricas. Acorde a esto, en los capítulos 3 y 4 se identificaron los problemas y los desafíos existentes durante el proceso de ingeniería IEC 61850 en sistemas de automatización de centrales hidroeléctricas, dando un primer paso en la armonización de la IEC 61850 con la IEEE 830 [45], y visualizando las ventajas que tendría la adaptación y aplicación de esta norma IEEE para la identificación de los requisitos que deben cumplir los sistemas IEC 61850 a ser diseñados en una forma totalmente sistemática, y se explica al lector el enfoque adoptado por el autor de este trabajo durante todo el proceso de ingeniería correspondiente a los objetivos del trabajo. La investigación descrita en el capítulo 4 ha mejorado la comprensión de la norma IEC 61850, en especial del proceso de ingeniería produce resultados en el formato formal definido en IEC 61850-6 [1]. Un análisis del uso de ICDs para especificación de equipamientos



IEC 61850 ha sido profundizado, ofreciendo datos y ejemplos concretos, describiendo sus ventajas y desventajas.

De esta manera, en el capítulo 5 se aborda el objetivo principal de este trabajo: El diseño del modelo IEC 61850 del regulador de velocidad de una unidad generadora típica de la Central Hidroeléctrica Itaipu. Este diseño se realiza aplicando el enfoque propuesto en el proceso de ingeniería explicado en el capítulo 4. En este capítulo se propone la inclusión de dos nodos lógicos a la norma IEC 61850, de modo a enriquecer e ir cubriendo todas las necesidades del SAS, y en las secciones 5.4 en adelante se generó en forma automática acorde a las directrices de la norma IEC 61346, descritas en la sección 4.3, tomando como información estructurada el resultado del diseño, que se presentó en formato SCL en el anexo A.

## 6.2. Futuros trabajos

Esta sección discute las limitaciones de este trabajo, y en base a eso se formularon posibles opciones de futura investigación para mejorar el diseño y enfoque de diseño propuesto en este trabajo.

Cuando se levantaron los requisitos del sistema en el capítulo 3, se hizo alusión a la aplicación de la norma IEEE 830 [45] para el levantamiento de los requisitos de un sistema IEC 61850. En este trabajo se ha hecho una aplicación muy básica e incompleta de esta norma IEEE. Una posible futura extensión de esta investigación podría tratar la armonización (con suficiente nivel de detalle) de la IEC 61850 con la IEEE 830.

En el capítulo 5, mucho código fuente SCL ha sido escrito a mano (usando herramientas de edición de archivos XML genéricas, no herramientas de ingeniería específicas en la norma IEC 61850) debido a que a la fecha de elaboración de este trabajo las herramientas de ingeniería disponibles en el mercado no cubrían todas las necesidades requeridas para el proceso de ingeniería adoptado en este trabajo. Un futuro trabajo de aquí a un par de años, podría rever las opciones existentes en el mercado para identificar las herramientas de ingeniería específicas para la norma IEC 61850,

considerando que dichas herramientas aún se encuentran en sus primeras versiones estables, y están evolucionando muy rápidamente.

El autor de este trabajo tiene entendido que los documentos oficiales que describen aspectos relevantes del diseño de modelos de sistemas IEC 61850 para hidroeléctricas están en proceso de elaboración, y serán publicados en breve bajo la serie IEC 61850–7–510 [32]. En base a esos documentos, será posible adaptar el enfoque planteado en este trabajo a las directrices dadas por la IEC en dichos documentos, y también será posible proponer la adopción, en parte, del enfoque planteado en este trabajo en las siguientes ediciones de los documentos de la IEC mencionados arriba, en caso de que sea oportuno. Esto constituye todo un trabajo de investigación que podría realizarse en el futuro.

Como otra opción de trabajo futuro, también se ha identificado la pertinencia de iniciar los estudios para desarrollar herramientas de ingeniería hechas a medida de las necesidades particulares de un usuario.

En este trabajo no se han levantado los requisitos de comunicación utilizando el enfoque PICOM definido en el apartado IEC 61850–5 [19]. Es muy importante aplicar el enfoque PICOM a los diseños de modelos IEC 61850 debido a que permiten definir los servicios de comunicación más adecuados para el sistema, en base a los requisitos. Un futuro trabajo podría ser la aplicación del enfoque PICOM para la obtención de un modelo IEC 61850 robusto.

## Apéndice A

### Resultados del trabajo, en formato SCL

## A.1. ICD del regulador de velocidad (regulación primaria)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>Data Type Template de la parte hidr\'aulica del regulador de
    velocidad</Text>
  - <History>
    <Hitem when="22/10/2010" revision="1" version="1.0">Empez\'e a
      construir este ICD a partir del ICD del tanque principal.</Hitem>
  </History>
</Header>
- <Communication>
  - <SubNetwork name="SN1">
    - <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
      - <Address>
        <P type="IP">192.168.10.1</P>
        <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
        <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
      </Address>
    </ConnectedAP>
  </SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDRV" configVersion="1" desc="IED del regulador de velocidad"
  manufacturer="David">
  - <Services>
    <DynAssociation />
    <GetDataObjectDefinition />
    <DataObjectDirectory />
    <GetDataSetValue />
    <DataSetSetValue />
    <DataSetDirectory />
    <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
    <GetDirectory />
    <ReadWrite />
    <ConfReportControl max="7" />
    <GetCBValues />
    <ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
      rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
    <GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
    <GOOSE max="5" />
    <FileHandling />
    <ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
  </Services>
- <AccessPoint name="AP1">
  - <Server>
    <Authentication />
    - <LDevice inst="1" lName="LD1" desc="L\'imites de los valores
      t\'ipicos de ajuste">
      <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
      <LN InType="FLIM_typical" inst="1" InClass="FLIM" prefix="Drp_"
        desc="L\'imites del estatismo DROOP temporario de la
          m\'aquina" />

```

```

<LN InType="FLIM_tipical" inst="2" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo derivada, Tn" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="3" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo del dispositivo
  amortiguador, Td" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="4" InClass="FLIM" prefix="Drp_"
  desc="L\imites del estatismo DROOP permanente de la
  m\'aquina" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="5" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo de la prontitud,
  Tx" />
</LDevice>
- <LDevice inst="2" IdName="LD2" desc="L\imites de valores de
  ajuste">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="6" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
    desc="L\imites del selector de velocidad" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="7" InClass="FLIM" prefix="Gv_"
    desc="L\imites del valor de ajuste de apertura" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="8" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
    desc="L\imites del valor de ajuste de la frecuencia" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="9" InClass="FLIM" prefix="Hz_"
    desc="L\imites de la frecuencia de referencia" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="10" InClass="FLIM" prefix="Pos_"
    desc="L\imites del control limitador de apertura" />
</LDevice>
- <LDevice inst="3" IdName="LD3" desc="Valores t\ipicos de ajuste">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="1" InClass="FSPT" prefix="Drp_"
    desc="Estatismo DROOP temporario de la m\'aquina" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="2" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo derivada, Tn" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="3" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="4" InClass="FSPT" prefix="Drp_"
    desc="Estatismo DROOP permanente de la m\'aquina" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="5" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo de la prontitud, Tx" />
</LDevice>
- <LDevice inst="4" IdName="LD4" desc="Par\'ametros configurables del
  regulador de velocidad">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="6" InClass="FSPT" prefix="V_"
    desc="Bias de tensi\'on de puesta en marcha" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="7" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
    desc="Frecuencia de referencia" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="8" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
    desc="Selector de velocidad" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="9" InClass="FSPT" prefix="Gv_"
    desc="Valor de ajuste de apertura" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="10" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
    desc="Bias de velocidad sin carga" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="11" InClass="FSPT" prefix="V_"
    desc="Bias de tensi\'on de velocidad sin carga" />

```

```

    <LN InType="FSPT_1" inst="12" InClass="FSPT" prefix="Lim_"
      desc="Limitador de apertura" />
    <LN InType="FSPT_1" inst="13" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
      desc="Control frecuencia de carga" />
    <LN InType="FSPT_1" inst="14" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
      desc="Valor de ajuste de la frecuencia" />
  </LDevice>
- <LDevice inst="5" IdName="LD5" desc="Funci\on PID">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FPID_reg" inst="1" InClass="FPID" desc="Funci\on
    PID" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FLIM_typical" InClass="FLIM" desc="Limits of typical values">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="HiLim_typical" name="HiLim" desc="High limit reached (input
    signal above limit)" />
  <DO type="LoLim_typical" name="LoLim" desc="Low limit reached (input
    signal below limit)" />
  <!-- Measured values -->
  <DO type="Out_typical" name="Out" desc="Output signal" />
  <!-- Settings -->
  <DO type="HiLimSpt_typical" name="HiLimSpt" desc="High limit set
    point" />
  <DO type="LoLimSpt_typical" name="LoLimSpt" desc="Minimum limit set
    point" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FSPT_1" InClass="FSPT" desc="Set point control function">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Measured value -->
  <DO type="SptMem_1" name="SptMem" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FPID_reg" InClass="FPID" desc="PID Function">

```

```

    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO type="Out_pid" name="Out" />
    <DO type="PAct_pid" name="PAct" />
    <DO type="IAct_pid" name="IAct" />
    <DO type="DAct_pid" name="DAct" />
    <DO type="P_pid" name="P" />
    <DO type="I_pid" name="I" />
    <DO type="D_pid" name="D" />
    <!-- Settings -->
- <!--
    DO type="PidAlg_pid" name="PidAlg"/>
    <DO type="Kp_pid" name="Kp"/>
    <DO type="Kl_pid" name="Kl"/

-->
</LNodeType>
- <LNodeType id="IHMI_reg" InClass="IHMI" desc="Indicadores de
par\ 'ametros PID, frecuencia de la unidad, fallas y volt\ 'imetro">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TRTN_1" InClass="TRTN" desc="Tacometer">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />
    <!-- Measured values -->
    <DO type="Spd_1" name="Hz" />
    <!-- Settings -->
    <DO type="SmpRte_1" name="SmpRte" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="HSPD_1" InClass="HSPD">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />
    <!-- TODO: falta completar bien -->
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->
<DOType cdc="ASG" id="HiLimSpt_typical" />
<DOType cdc="ASG" id="LoLimSpt_typical" />

```



```
<DOType cdc="ASG" id="Kp_pid" desc="Proportional gain" />
<DOType cdc="ASG" id="KI_pid" desc="Integral gain" />
<DOType cdc="ING" id="PidAlg_pid" desc="PID" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
  range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Out_typical" />
<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="Out_pid" desc="PID output" />
<DOType cdc="MV" id="PAct_pid" desc="Proportional action" />
<DOType cdc="MV" id="IAct_pid" desc="Integral action" />
<DOType cdc="MV" id="DAct_pid" desc="Derivative action" />
<DOType cdc="MV" id="P_pid" desc="P output" />
<DOType cdc="MV" id="I_pid" desc="I output" />
<DOType cdc="MV" id="D_pid" desc="D output" />
<DOType cdc="SPS" id="HiLim_typical" />
<DOType cdc="SPS" id="LoLim_typical" />
<DOType cdc="SAV" id="Spd_1" desc="Rotational speed (Hz)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

## **A.2. ICD del regulador de velocidad (regulación secundaria)**

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>Data Type Template de la parte hidr\'aulica del regulador de
    velocidad</Text>
  - <History>
    <Hitem when="22/10/2010" revision="1" version="1.0">Empez\'e a
      construir este ICD a partir del ICD del tanque principal.</Hitem>
  </History>
</Header>
- <Communication>
  - <SubNetwork name="SN1">
    - <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
      - <Address>
        <P type="IP">192.168.10.1</P>
        <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
        <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
      </Address>
    </ConnectedAP>
  </SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDRV" configVersion="1" desc="IED del regulador de velocidad"
  manufacturer="David">
  - <Services>
    <DynAssociation />
    <GetDataObjectDefinition />
    <DataObjectDirectory />
    <GetDataSetValue />
    <DataSetSetValue />
    <DataSetDirectory />
    <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
    <GetDirectory />
    <ReadWrite />
    <ConfReportControl max="7" />
    <GetCBValues />
    <ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
      rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
    <GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
    <GOOSE max="5" />
    <FileHandling />
    <ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
  </Services>
- <AccessPoint name="AP1">
  - <Server>
    <Authentication />
    - <LDevice inst="1" IdName="LD1" desc="L\'imites de los valores
      t\'ipicos de ajuste">
      <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
      <LN InType="FLIM_typical" inst="1" InClass="FLIM" prefix="Drp_"
        desc="L\'imites del estatismo DROOP temporario de la
          m\'aquina" />

```

```

<LN InType="FLIM_tipical" inst="2" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo derivada, Tn" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="3" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo del dispositivo
  amortiguador, Td" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="4" InClass="FLIM" prefix="Drp_"
  desc="L\imites del estatismo DROOP permanente de la
  m\aquina" />
<LN InType="FLIM_tipical" inst="5" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
  desc="L\imites de la constante de tiempo de la prontitud,
  Tx" />
</LDevice>
- <LDevice inst="2" IdName="LD2" desc="L\imites de valores de
  ajuste">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="6" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
    desc="L\imites del selector de velocidad" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="7" InClass="FLIM" prefix="Gv_"
    desc="L\imites del valor de ajuste de apertura" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="8" InClass="FLIM" prefix="Reg_"
    desc="L\imites del valor de ajuste de la frecuencia" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="9" InClass="FLIM" prefix="Hz_"
    desc="L\imites de la frecuencia de referencia" />
  <LN InType="FLIM_tipical" inst="10" InClass="FLIM" prefix="Pos_"
    desc="L\imites del control limitador de apertura" />
</LDevice>
- <LDevice inst="3" IdName="LD3" desc="Valores t\ipicos de ajuste">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="1" InClass="FSPT" prefix="Drp_"
    desc="Estatismo DROOP temporario de la m\aquina" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="2" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo derivada, Tn" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="3" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="4" InClass="FSPT" prefix="Drp_"
    desc="Estatismo DROOP permanente de la m\aquina" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="5" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
    desc="Constante de tiempo de la prontitud, Tx" />
</LDevice>
- <LDevice inst="4" IdName="LD4" desc="Par\ametros configurables del
  regulador de velocidad">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="6" InClass="FSPT" prefix="V_"
    desc="Bias de tensi'on de puesta en marcha" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="7" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
    desc="Frecuencia de referencia" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="8" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
    desc="Selector de velocidad" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="9" InClass="FSPT" prefix="Gv_"
    desc="Valor de ajuste de apertura" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="10" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
    desc="Bias de velocidad sin carga" />
  <LN InType="FSPT_1" inst="11" InClass="FSPT" prefix="V_"
    desc="Bias de tensi'on de velocidad sin carga" />

```

```

    <LN InType="FSPT_1" inst="12" InClass="FSPT" prefix="Lim_"
      desc="Limitador de apertura" />
    <LN InType="FSPT_1" inst="13" InClass="FSPT" prefix="Hz_"
      desc="Control frecuencia de carga" />
    <LN InType="FSPT_1" inst="14" InClass="FSPT" prefix="Reg_"
      desc="Valor de ajuste de la frecuencia" />
  </LDevice>
- <LDevice inst="5" IdName="LD5" desc="Funci\on PID">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="FPID_reg" inst="1" InClass="FPID" desc="Funci\on
    PID" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FLIM_typical" InClass="FLIM" desc="Limits of typical values">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="HiLim_typical" name="HiLim" desc="High limit reached (input
    signal above limit)" />
  <DO type="LoLim_typical" name="LoLim" desc="Low limit reached (input
    signal below limit)" />
  <!-- Measured values -->
  <DO type="Out_typical" name="Out" desc="Output signal" />
  <!-- Settings -->
  <DO type="HiLimSpt_typical" name="HiLimSpt" desc="High limit set
    point" />
  <DO type="LoLimSpt_typical" name="LoLimSpt" desc="Minimum limit set
    point" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FSPT_1" InClass="FSPT" desc="Set point control function">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Measured value -->
  <DO type="SptMem_1" name="SptMem" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FPID_reg" InClass="FPID" desc="PID Function">

```

```

<!-- Common logical node information -->
<DO name="Mod" type="Mod_1" />
<DO name="Beh" type="Beh_1" />
<DO name="Health" type="Health_1" />
<DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
<!-- Measured values -->
<DO type="Out_pid" name="Out" />
<DO type="PAct_pid" name="PAct" />
<DO type="IAct_pid" name="IAct" />
<DO type="DAct_pid" name="DAct" />
<DO type="P_pid" name="P" />
<DO type="I_pid" name="I" />
<DO type="D_pid" name="D" />
<!-- Settings -->
- <!--
    DO type="PidAlg_pid" name="PidAlg"/>
        <DO type="Kp_pid" name="Kp"/>
        <DO type="Kl_pid" name="Kl"/

-->
</LNodeType>
- <LNodeType id="IHMI_reg" InClass="IHMI" desc="Indicadores de
par\ 'ametros PID, frecuencia de la unidad, fallas y volt\ 'imetro">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TRTN_1" InClass="TRTN" desc="Tacometer">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />
    <!-- Measured values -->
    <DO type="Spd_1" name="Hz" />
    <!-- Settings -->
    <DO type="SmpRte_1" name="SmpRte" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="HSPD_1" InClass="HSPD">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />
    <!-- TODO: falta completar bien -->
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->
<DOType cdc="ASG" id="HiLimSpt_typical" />
<DOType cdc="ASG" id="LoLimSpt_typical" />

```

```
<DOType cdc="ASG" id="Kp_pid" desc="Proportional gain" />
<DOType cdc="ASG" id="KI_pid" desc="Integral gain" />
<DOType cdc="ING" id="PidAlg_pid" desc="PID" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
  range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Out_typical" />
<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="Out_pid" desc="PID output" />
<DOType cdc="MV" id="PAct_pid" desc="Proportional action" />
<DOType cdc="MV" id="IAct_pid" desc="Integral action" />
<DOType cdc="MV" id="DAct_pid" desc="Derivative action" />
<DOType cdc="MV" id="P_pid" desc="P output" />
<DOType cdc="MV" id="I_pid" desc="I output" />
<DOType cdc="MV" id="D_pid" desc="D output" />
<DOType cdc="SPS" id="HiLim_typical" />
<DOType cdc="SPS" id="LoLim_typical" />
<DOType cdc="SAV" id="Spd_1" desc="Rotational speed (Hz)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

### **A.3. ICD del sensor de rotación**



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>DataTemplate de la parte hidráulica del regulador de
  velocidad</Text>
- <History>
  <Hitem when="22/10/2010" revision="1" version="1.0">Empezé a
  construir este ICD a partir del ICD del regulador de
  velocidad.</Hitem>
</History>
</Header>
- <Communication>
- <SubNetwork name="SN1">
- <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
- <Address>
  <P type="IP">192.168.10.1</P>
  <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
  <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
</Address>
</ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDsensRot" configVersion="1" desc="IED sensor de rotación"
  manufacturer="David">
- <Services>
  <DynAssociation />
  <GetDataObjectDefinition />
  <DataObjectDirectory />
  <GetDataSetValue />
  <DataSetSetValue />
  <DataSetDirectory />
  <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
  <GetDirectory />
  <ReadWrite />
  <ConfReportControl max="7" />
  <GetCBValues />
  <ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
    rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
  <GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
  <GOOSE max="5" />
  <FileHandling />
  <ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
</Services>
- <AccessPoint name="AP1">
- <Server>
  <Authentication />
- <LDevice inst="1" lName="LD1" desc="L\imites de los valores
  t\ípicos de ajuste">
  <LN0 lnType="LLN0_1" inst="" lnClass="LLN0" />
  <LN inst="1" lnType="FLIM_typical" lnClass="FLIM" prefix="Spd_"
    desc="L\ímite de la velocidad" />

```

```

<LN inst="1" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="2" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="2" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="3" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="3" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="4" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="4" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="5" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="5" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="6" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="6" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="7" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="7" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="8" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="8" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="9" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="9" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
<LN inst="10" InType="FLIM_tipical" InClass="FLIM" prefix="Spd_"
  desc="L\imite de la velocidad" />
<LN inst="10" InType="FSPT_1" InClass="FSPT" prefix="Spd_"
  desc="Punto configurable de la velocidad" />
</LDevice>
- <LDevice inst="2" IdName="LD2" desc="L\limites de valores de
  ajuste">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="HSPD_1" inst="1" InClass="HSPD" prefix="Spd_"
    desc="Speed monitoring" />
  <LN InType="TRTN_1" inst="1" InClass="TRTN" prefix="Spd_"
    desc="Tacometer" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->

```

```

    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  </LNodeType>
- <LNodeType id="FLIM_typical" InClass="FLIM" desc="Limits of typical values">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="HiLim_typical" name="HiLim" desc="High limit reached (input
    signal above limit)" />
  <DO type="LoLim_typical" name="LoLim" desc="Low limit reached (input
    signal below limit)" />
  <!-- Measured values -->
  <DO type="Out_typical" name="Out" desc="Output signal" />
  <!-- Settings -->
  <DO type="HiLimSpt_typical" name="HiLimSpt" desc="High limit set
    point" />
  <DO type="LoLimSpt_typical" name="LoLimSpt" desc="Minimum limit set
    point" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FSPT_1" InClass="FSPT" desc="Set point control function">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Measured value -->
  <DO type="SptMem_1" name="SptMem" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TRTN_1" InClass="TRTN" desc="Tacometer">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />
  <!-- Measured values -->
  <DO type="Spd_1" name="Hz" />
  <!-- Settings -->
  <DO type="SmpRte_1" name="SmpRte" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="HSPD_1" InClass="HSPD">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO type="SmpRteRng_1" name="SmpRteRng" />

```

```

    <!-- TODO: falta completar bien -->
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->
<DOType cdc="ASG" id="HiLimSpt_typical" />
<DOType cdc="ASG" id="LoLimSpt_typical" />
<DOType cdc="ASG" id="Kp_pid" desc="Proportional gain" />
<DOType cdc="ASG" id="KI_pid" desc="Integral gain" />
<DOType cdc="ING" id="PidAlg_pid" desc="PID" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
    range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Out_typical" />
<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="Out_pid" desc="PID output" />
<DOType cdc="MV" id="PAct_pid" desc="Proportional action" />
<DOType cdc="MV" id="IAct_pid" desc="Integral action" />
<DOType cdc="MV" id="DAct_pid" desc="Derivative action" />
<DOType cdc="MV" id="P_pid" desc="P output" />
<DOType cdc="MV" id="I_pid" desc="I output" />
<DOType cdc="MV" id="D_pid" desc="D output" />
<DOType cdc="SPS" id="HiLim_typical" />
<DOType cdc="SPS" id="LoLim_typical" />
<DOType cdc="SAV" id="Spd_1" desc="Rotational speed (Hz)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>

```

#### A.4. ICD del tanque principal

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>DataTemplate de la parte hidráulica del regulador de
  velocidad</Text>
- <History>
  <Hitem when="19/10/2010" revision="1" version="1.1">Aquí terminé la
  definición del modelo de todos los nodos lógicos y sus data attributes
  que necesitará el proyecto de la parte hidráulica.</Hitem>
  <Hitem when="20/10/2010" revision="2" version="1.2">Aquí empecé a
  realizar la instanciación de los DataTemplates en mi IED del
  tanque principal</Hitem>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="3" version="1.2">Tardé mucho en
  escribir manualmente todos los elementos LNs del IED, por eso agarré
  el cvs del archivo excel donde había identificado los nodos lógicos,
  prefijos, descripciones, y otros detalles que necesita inicialmente y
  preparé un script python que leía ese cvs y lo convertía al xml
  correspondiente para anexarlos al SCL de mi IED. Luego creé otro
  script que me listaba todos mis dataTemplates ordenados por
  InClass, incluyendo id y desc, sin los DO. Allí hice la referencias
  cruzadas entre el id de los LNTYPE y el type de los LN, y allí
  terminé.</Hitem>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="2" version="1.0">TODO: Falta
  eliminar los DataTemplates que no se usan aquí.</Hitem>
</History>
</Header>
- <Communication>
- <SubNetwork name="SN1">
  - <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
    - <Address>
      <P type="IP">192.168.10.1</P>
      <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
      <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
    </Address>
  </ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDMainTnk" configVersion="1" desc="IED del tanque principal"
  manufacturer="David">
- <Services>
  <DynAssociation />
  <GetDataObjectDefinition />
  <DataObjectDirectory />
  <GetDataSetValue />
  <SetDataSetValue />
  <DataSetDirectory />
  <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
  <GetDirectory />
  <ReadWrite />
  <ConfReportControl max="7" />
  <GetCBValues />

```

```

<ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
  rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
<GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
<GOOSE max="5" />
<FileHandling />
<ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
</Services>
- <AccessPoint name="AP1">
- <Server>
  <Authentication />
  - <LDevice inst="1" IdName="LD1pumpingUnit" desc="Pumping units
    (AC), (AD) and (AE) with their removable suction filters">
    <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
    <LN InType="KTNK_1" inst="1" InClass="KTNK" prefix="Act_"
      desc="(1) Main sump tank containing the oil required for
      operation of the plant" />
    <LN InType="ZMOTa" inst="1" InClass="ZMOT" prefix="Act_"
      desc="(AC) Motor for the pump unit" />
    <LN InType="ZMOTa" inst="2" InClass="ZMOT" prefix="Act_"
      desc="(AD) Motor for the pump unit" />
    <LN InType="ZMOTa" inst="3" InClass="ZMOT" prefix="Act_"
      desc="(AE) Motor for the pump unit" />
    <LN InType="KPMPa" inst="1" InClass="KPMP" prefix="Act_"
      desc="(AC) Pump unit" />
    <LN InType="KPMPa" inst="2" InClass="KPMP" prefix="Act_"
      desc="(AD) Pump unit" />
    <LN InType="KPMPa" inst="3" InClass="KPMP" prefix="Act_"
      desc="(AE) Pump unit" />
    <LN InType="KFIL_29" inst="1" InClass="KFIL" prefix="Act_"
      desc="(29) Pumping unit suction filter" />
    <LN InType="KFIL_29" inst="2" InClass="KFIL" prefix="Act_"
      desc="(29) Pumping unit suction filter" />
    <LN InType="KFIL_29" inst="3" InClass="KFIL" prefix="Act_"
      desc="(29) Pumping unit suction filter" />
  </LDevice>
  - <LDevice inst="2" IdName="LD2idlerSystem" desc="The idler system
    distributing valves (2), (3) and (4) with their pilot valve (5)">
    <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
    <LN InType="KVLV_idler_system" inst="1" InClass="KVLV"
      prefix="Gv_" desc="(2) Idler system distributing valve" />
    <LN InType="KVLV_idler_system" inst="2" InClass="KVLV"
      prefix="Gv_" desc="(3) Idler system distributing valve" />
    <LN InType="KVLV_idler_system" inst="3" InClass="KVLV"
      prefix="Gv_" desc="(4) Idler system distributing valve" />
    <LN InType="KVLV_piloted" inst="4" InClass="KVLV" prefix="Gv_"
      desc="(5) idler system pilot valve" />
  </LDevice>
  - <LDevice inst="3" IdName="LD3oilCoolers" desc="The oil coolers (6)
    with adjusting isolating valve (36) and (37) flow switch (LN)">
    <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
    <LN InType="TTMP_6" inst="1" InClass="TTMP" prefix="Tmp_"
      desc="(6) Oil cooler temperature" />
    <LN InType="TTMP_6" inst="2" InClass="TTMP" prefix="Tmp_"

```

```

desc="(6) Oil cooler temperature" />
  <LN InType="STMP6" inst="1" InClass="STMP" prefix="Tmp_"
    desc="(6) Oil cooler temperature supervision" />
  <LN InType="STMP6" inst="2" InClass="STMP" prefix="Tmp_"
    desc="(6) Oil cooler temperature supervision" />
  <LN InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" inst="5"
    InClass="KVLV" prefix="Tmp_" desc="(36) Oil adjusting isolating
    valve" />
  <LN InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" inst="6"
    InClass="KVLV" prefix="Tmp_" desc="(37) Water adjusting
    isolating valve" />
  <LN InType="KVLV_switch" inst="7" InClass="KVLV" prefix="Flw_"
    desc="(LN) Oil coolers flow switch" />
</LDevice>
- <LDevice inst="4" IdName="LD4control" desc="the control installation
  of the wicket-gate servomotors">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="KVLV_piloted" inst="8" InClass="KVLV" prefix="Gv_"
    desc="(7) Main pilot valve (distributing valve)" />
  <LN InType="TPOS_e" inst="1" InClass="TPOS" prefix="Gv_"
    desc="(EB) Main pilot valve displacement sensor" />
  <LN InType="TPOS_e" inst="2" InClass="TPOS" prefix="Gv_"
    desc="(EA) Actuator EA controlling the distributing valve 7" />
  <LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="9" InClass="KVLV"
    prefix="Pos_" desc="(BA) Safety solenoid-operated valve BA
    with position switches CI and CJ" />
  <LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="10" InClass="KVLV"
    prefix="Pos_" desc="(BB) Safety solenoid-operated valve BB
    with position switches CK and CL" />
  <LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="3" InClass="TPOS" prefix="Pos_"
    desc="(BA) Safety solenoid-operated valve BA with position
    switches CI and CJ" />
  <LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="4" InClass="TPOS" prefix="Pos_"
    desc="(BB) Safety solenoid-operated valve BB with position
    switches CK and CL" />
  <LN InType="KVLV_restrictor" inst="11" InClass="KVLV"
    prefix="Gv_" desc="(8) Adjustable restrictor valve enabling to
    obtain slackening during GvFLIM8" />
  <LN InType="FLIM_" inst="1" InClass="FLIM" prefix="Gv_" desc="(8)
    Wicket gate closure travel limit" />
  <LN InType="KVLV_piloted" inst="12" InClass="KVLV" prefix="Gv_"
    desc="(9) Piloted distributing valve" />
</LDevice>
- <LDevice inst="5" IdName="LD5filters" desc="Twit filter (10) for the
  supply of the actuator (EA)">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="KFIL_actuator" inst="4" InClass="KFIL" prefix="Act_"
    desc="(10) Twin filter for the supply of actuator EA" />
  <LN InType="KFIL_actuator" inst="5" InClass="KFIL" prefix="Act_"
    desc="(10) Twin filter for the supply of actuator EA" />
</LDevice>
- <LDevice inst="6" IdName="LD6valves" desc="Solenoid-operated valve
  (BC) controlling the oil pressure-tank isolating valve, with position
  switches (CM) and (CN)">

```



```

<LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
<LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="13" InClass="KVLV"
  prefix="Pa_" desc="(BC) Solenoid-operated valve controlling the
  oil pressure-tank isolating valve" />
<LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="5" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(BC) PaKVLVbc position swiches CM and CN" />
<LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="14" InClass="KVLV"
  prefix="Gv_" desc="(BD) Solenoid-operated valve controlling
  the wicket gate lock" />
<LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="6" InClass="TPOS" prefix="Gv_"
  desc="(BD) GvKVLVbd position swiches CO and CP" />
</LDevice>
- <LDevice inst="7" IdName="LD7accessories" desc="Accessories">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="7" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DA) Pressure switch" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="8" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LO) Pressure switch" />
  <LN InType="TTMP_thermostat" inst="3" InClass="TTMP"
    prefix="Tmp_" desc="(LI) Thermostat temperature" />
  <LN InType="STMP_thermostat" inst="3" InClass="STMP"
    prefix="Tmp_" desc="(LI) Thermostat temperature
    controller" />
  <LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="9" InClass="TPOS" prefix="Lvl_"
    desc="(LG) Level switch" />
  <LN InType="TPOS_lvl_sw" inst="10" InClass="TPOS" prefix="Lvl_"
    desc="(LH) Level switch" />
  <LN InType="TPRS_gauge" inst="2" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
    desc="(11) Pressure-gauge" />
  <LN InType="TPRS_gauge" inst="3" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
    desc="(12) Pressure-gauge" />
  <LN InType="TTMP_6" inst="4" InClass="TTMP" prefix="Tmp_"
    desc="(13) Temperature" />
  <LN InType="STMP_thermostat" inst="4" InClass="STMP"
    prefix="Tmp_" desc="(13) Temperature controller" />
  <LN InType="TLEV_gauge" inst="1" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
    desc="(14) Level gauge" />
  <LN InType="FXUT_1" inst="1" InClass="FXUT" prefix="Lvl_"
    desc="(14) Level at under threshold" />
  <LN InType="FXOT_1" inst="1" InClass="FXOT" prefix="Lvl_"
    desc="(14) Level at over threshold" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNNodeType>

```

```

- <LNodeType id="FLIM_" lnClass="FLIM" desc="Wicket gate closure travel
  limit">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="HiLim" type="xLim_1" desc="High Limit reached" />
  <DO name="LoLim" type="xLim_1" desc="Low Limit reached" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Out" type="Out_1" desc="Output signal" />
  <DO name="HiLimSpt" type="xLimSpt_1" desc="High Limit setpoint" />
  <DO name="LoLimSpt" type="xLimSpt_1" desc="Low Limit setpoint" />
  <DO name="Blk" type="Blk_1" desc="Block operation" />
</LNodeType>
- <!--
      <LNodeType id="FSPT_for_flim" lnClass="FSPT"
        desc="Wicket gate closure travel limit set-point">

-->
  <!-- Common logical node information -->
- <!--
      <DO name="Mod" type="Mod_1" />
      <DO name="Beh" type="Beh_1" />
      <DO name="Health" type="Health_1" />
      <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />

-->
  <!-- Measured values -->
- <!--
      <DO type="SptMem_1" name="SptMem"
        desc="Setpoint in memory"/>
      </LNodeType>

-->
- <LNodeType id="FXOT_1" lnClass="FXOT" desc="Level at over threshold">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="Op_1" name="Op" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="FXUT_1" lnClass="FXUT" desc="Level at under threshold">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="Op_1" name="Op" />
</LNodeType>

```

```

- <LNodeType id="KFIL_29" InClass="KFIL" desc="Pumping unit suction filter">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="ACAIm_1" name="ACAIm" />
  <DO type="MotPro_1" name="MotPro" />
  <DO type="FilAlm_1" name="FilAlm" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KFIL_actuator" InClass="KFIL" desc="Filter for the supply of
  the actuator">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO type="ACAIm_1" name="ACAIm" />
  <DO type="MotPro_1" name="MotPro" />
  <DO type="FilAlm_1" name="FilAlm" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KPMPa" InClass="KPMP" desc="Pump unit">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="ACAIm" type="ACAIm_2" />
  <DO name="BlkSt" type="BlkSt_2" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="Operate" type="Operate_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KTNK_1" InClass="KTNK" desc="Main sump tank">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="TnkTyp" type="TnkTyp_1" />
  <!-- Settings -->
  <DO name="VImCap" type="VImCap_1" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Pres" type="Pres_1" />
  <DO name="LevPc" type="LevPc_1" />
  <DO name="VIm" type="VIm_1" />
  <DO name="Tmp" type="Tmp_1" />
</LNodeType>
- <!--

```

```

    <LNodeType id="KTNK_air_oil" lnClass="KTNK" desc="Air-oil pressure
    tank">

-->
<!-- Common logical node information -->
- <!--

        <DO name="Mod" type="Mod_1"/>
        <DO name="Beh" type="Beh_1"/>
        <DO name="Health" type="Health_1"/>
        <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1"/>

-->
<!-- Status information -->
- <!--

        <DO name="TnkTyp" type="TnkTyp_1"/>

-->
<!-- Settings -->
- <!--

        <DO name="VlmCap" type="VlmCap_1"/>

-->
<!-- Measured values -->
- <!--

        <DO name="Pres" type="Pres_1"/>
        <DO name="LevPc" type="LevPc_1"/>
        <DO name="Vlm" type="Vlm_1"/>
        <DO name="Tmp" type="Tmp_1"/>
    </LNodeType>

-->
- <LNodeType id="KVLV_idler_system" lnClass="KVLV" desc="Idler system
    distributing valve">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="OpCnt" type="OpCnt_1" />
    <DO name="Loc" type="Loc_1" />
    <!-- Status information -->
    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />
    <!-- Controls -->
    <DO name="Opn" type="Opn_1" />
    <DO name="Cls" type="Cls_1" />
    <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
    <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
    </LNodeType>
- <LNodeType id="KVLV_adjusting_isolating_valve" lnClass="KVLV" desc="Oil
    adjusting isolating valve">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />

```

```

<DO name="Health" type="Health_1" />
<DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
<!-- Status information -->
<DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
<DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
<DO name="Mov" type="Mov_1" />
<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1" />
<DO name="Cls" type="Cls_1" />
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KVLV_piloted" InClass="KVLV" desc="Piloted distributing
  valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
  <DO name="Mov" type="Mov_1" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="Opn" type="Opn_1" />
  <DO name="Cls" type="Cls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KVLV_solenoid_operated" InClass="KVLV" desc="Solenoid
  operated valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="Stuck" type="Stuck_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
  <DO name="Mov" type="Mov_1" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="Opn" type="Opn_1" />
  <DO name="Cls" type="Cls_1" />
  <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
  <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KVLV_restrictor" InClass="KVLV" desc="Adjustable restrictor
  valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />

```

```

    <!-- Status information -->
    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />
    <!-- Controls -->
    <DO name="Opn" type="Opn_1" />
    <DO name="Cls" type="Cls_1" />
    <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
    <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
  </LNodeType>
- <!--
    <LNodeType id="KVLV_relief" lnClass="KVLV" desc="Relief pressure
    valve">

    -->
    <!-- Common logical node information -->
- <!--

    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />

    -->
    <!-- Status information -->
- <!--

    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />

    -->
    <!-- Controls -->
- <!--

    <DO name="Opn" type="Opn_1" />
    <DO name="Cls" type="Cls_1" />
    <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
    <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
    </LNodeType>

    -->
- <!--
    <LNodeType id="KVLV_aut_contr" lnClass="KVLV" desc="Automatic
    controlled isolating valve">

    -->
    <!-- Common logical node information -->
- <!--

    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />

    -->
    <!-- Status information -->
- <!--

    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />

```

```

-->
<!-- Controls -->
- <!--
                                <DO name="Opn" type="Opn_1" />
                                <DO name="Cls" type="Cls_1" />
                                <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
                                <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
                                </LNodeType>
-->
- <LNodeType id="KVLV_switch" InClass="KVLV" desc="Switch">
    <!-- Flow switches such as LN -->
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Status information -->
    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />
    <!-- Controls -->
    <DO name="Opn" type="Opn_1" />
    <DO name="Cls" type="Cls_1" />
    <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
    <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="STMP6" InClass="STMP" desc="Oil cooler temperature
supervision">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="Loc" type="Loc_1" />
    <!-- Status information -->
    <DO name="Alm" type="Alm_1" />
    <DO name="Trip" type="Trip_1" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="TmpAlmSpt" type="TmpAlmSpt_1" />
    <DO name="TmpTrSpt" type="TmpTrSpt_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="STMP_thermostat" InClass="STMP" desc="Thermostat
temperature controller">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Status information -->
    <DO name="Alm" type="Alm_1" />
    <DO name="Trip" type="Trip_1" />
    <!-- Settings -->

```

```

        <DO name="TmpAlmSpt" type="TmpAlmSpt_1" />
        <DO name="TmpTrSpt" type="TmpTrSpt_1" />
    </LNodeType>
- <LNodeType id="TLEV_gauge" InClass="TLEV" desc="Level gauge">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="LevPc" type="LevPc_2" />
    <DO name="SmpRteSet" type="SmpRteSet_1" />
</LNodeType>
- <!--
    <LNodeType id="TLEV_float" InClass="TLEV" desc="Float level gauge">

-->
    <!-- Common logical node information -->
- <!--
        <DO name="Mod" type="Mod_1" />
        <DO name="Beh" type="Beh_1" />
        <DO name="Health" type="Health_1" />
        <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />

-->
    <!-- Measured values -->
- <!--
        <DO name="LevPc" type="LevPc_2" />
        <DO name="SmpRteSet" type="SmpRteSet_1" />
    </LNodeType>

-->
- <LNodeType id="TPOS_e" InClass="TPOS" desc="valve displacement sensor">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPOS_lvl_sw" InClass="TPOS" desc="Level switch">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>

```



```

- <LNodeType id="TPOS_prs_sw" lnClass="TPOS" desc="Pressure switch">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>
- <!--
  <LNodeType id="TPRS5" lnClass="TPRS" desc="REVISAR!">

-->
  <!-- Common logical node information -->
- <!--
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_2" />

-->
  <!-- Measured values -->
- <!--
    <DO name="Pres" type="Pres_2" />

-->
  <!-- Settings -->
- <!--
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_2" />
  </LNodeType>

-->
- <!--
  <LNodeType id="TPRS_trans" lnClass="TPRS" desc="Pressure
  transmitter">

-->
  <!-- Common logical node information -->
- <!--
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_2" />

-->
  <!-- Measured values -->
- <!--
    <DO name="Pres" type="Pres_2" />

-->
  <!-- Settings -->

```

```

- <!--
                                <DO name="SmpRte" type="SmpRte_2"/>
                                </LNodeType>
-->
- <LNodeType id="TPRS_gauge" InClass="TPRS" desc="Pressure-gauge">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Pres" type="Pres_3" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_4" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TTMP_6" InClass="TTMP" desc="Oil cooler temperature">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_3" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Tmp" type="Tmp_2" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_3" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TTMP_thermostat" InClass="TTMP" desc="Thermostat
temperature">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_3" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="Tmp" type="Tmp_2" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_3" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="ZMOTa" InClass="ZMOT" desc="Motor for the pump unit">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="OpTmh" type="OpTmh_1" />
    <!-- Controls -->
    <DO name="DExt" type="DExt_1" />
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->

```

```

<DOType cdc="ASG" id="VImCap_1" desc="Total Volume capacity" />
<DOType cdc="ASG" id="xLimSpt_1" desc="Hight limit set point" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpAlmSpt_1" desc="Temperature alarm level
reached" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpTrSpt_1" desc="Temperature trip level
reached" />
<DOType cdc="DPC" id="Operate_1" desc="Operate pump" />
<DOType cdc="DPC" id="ClsPos_1" desc="Closed end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="OpnPos_1" desc="Open end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="Opn_1" desc="Valve to full open position" />
<DOType cdc="DPC" id="Cls_1" desc="Valve to full closed position" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteSet_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_2" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_3" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_4" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_2" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_3" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_4" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="INS" id="TnkTyp_1" desc="Type of tank (pressure only, level
only, both pressure and level)" />
<DOType cdc="INS" id="OpCnt_1" desc="Operation counter" />
<DOType cdc="INS" id="OpTmh_1" desc="Operation time" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Pres_1" desc="Pressure in the tank" />
<DOType cdc="MV" id="LevPc_1" desc="Level in the tank (as percentage of
full tank level)" />
<DOType cdc="MV" id="Out_1" desc="Output signal" />
<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="VIm_1" desc="Volume of media in tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_1" desc="Temperature of the media in the
tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_2" desc="Temperature (C)" />
<DOType cdc="SAV" id="LevPc_2" desc="Level (percentage)" />
<DOType cdc="SAV" id="PosPc_1" desc="Position given as percentage of full
movement" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_2" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_3" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SPC" id="Blk_1" desc="Block operation" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkOpn_1" desc="Block opening of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkCls_1" desc="Block closing of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="DExt_1" desc="De-excitation" />
<DOType cdc="SPS" id="BlkSt_2" desc="The pump is blocked from

```

```
operation" />
<DOType cdc="SPS" id="xLim_1" desc="Limit reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Op_1" desc="Level of action reached" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_1" desc="AC supply failure (fuse or other
  problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_2" desc="AC supply failure (fuse or other
  problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="Alm_1" desc="Temperature alarm level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Trip_1" desc="Temperature trip level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_1" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_2" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="FilAlm_1" desc="Filter alarm" />
<DOType cdc="SPS" id="Loc_1" desc="Local operation selected" />
<DOType cdc="SPS" id="Mov_1" desc="Valve is moving" />
<DOType cdc="SPS" id="Stuck_1" desc="Valve is blocked (cannot move from
  present position)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

## **A.5. ICD de la planta a aire comprimido**

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>DataTemplate de la parte hidráulica del regulador de
  velocidad</Text>
- <History>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="1" version="1.0">Este ICD fue
  iniciado a partir de la version 1.2 revisión 3 del ICD del tanque
  principal.</Hitem>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="2" version="1.0">TODO: Falta
  corregir los números de instancias de cada nodo lógico. TODO: Falta
  eliminar los DataTemplates que no se usan aqui.</Hitem>
</History>
</Header>
- <Communication>
- <SubNetwork name="SN1">
  - <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
    - <Address>
      <P type="IP">192.168.10.1</P>
      <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
      <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
    </Address>
  </ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDcmprsAirPlant" configVersion="1" desc="IED de la planta de aire
  comprimido" manufacturer="David">
- <Services>
  <DynAssociation />
  <GetDataObjectDefinition />
  <DataObjectDirectory />
  <GetDataSetValue />
  <DataSetSetValue />
  <DataSetDirectory />
  <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
  <GetDirectory />
  <ReadWrite />
  <ConfReportControl max="7" />
  <GetCBValues />
  <ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
  rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
  <GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
  <GOOSE max="5" />
  <FileHandling />
  <ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
</Services>
- <AccessPoint name="AP1">
- <Server>
  <Authentication />
  - <LDDevice inst="1" IdName="LD1tank" desc="Air oil pressure-tanks">
    <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />

```

```

    <LN InType="ZMOTa" inst="4" InClass="ZMOT" prefix="Pa_"
      desc="(AF) Motor for the compressor unit AF" />
    <LN InType="KVLV_relief" inst="24" InClass="KVLV" prefix="Pa_"
      desc="(24) Relief valve" />
    <LN InType="TPRS_gauge" inst="10" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
      desc="(25) Pressure-gauge" />
    <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="29" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
      desc="(DE) Pressure switch" />
    <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="30" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
      desc="(DF) Pressure switch" />
    <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="31" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
      desc="(DG) Pressure switch" />
    <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="32" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
      desc="(LM) Pressure switch" />
    <LN InType="TPOS_e" inst="33" InClass="TPOS" prefix="Gv_"
      desc="(EC) Wicket-gate displacement sensor" />
    <LN InType="FLIM_" inst="2" InClass="FLIM" prefix="Gv_"
      desc="(LA) Limit to reach the overspeed (speed limit)" />
    <LN InType="FSPT_for_flim" inst="1" InClass="FSPT" prefix="Gv_"
      desc="(LA) Speed limit set-point" />
  </LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNNodeType>
- <LNNodeType id="FLIM_" InClass="FLIM" desc="Wicket gate closure travel
limit">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="HiLim" type="xLim_1" desc="High Limit reached" />
  <DO name="LoLim" type="xLim_1" desc="Low Limit reached" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Out" type="Out_1" desc="Output signal" />
  <DO name="HiLimSpt" type="xLimSpt_1" desc="High Limit setpoint" />
  <DO name="LoLimSpt" type="xLimSpt_1" desc="Low Limit setpoint" />
  <DO name="Blk" type="Blk_1" desc="Block operation" />
</LNNodeType>
- <LNNodeType id="FSPT_for_flim" InClass="FSPT" desc="Wicket gate closure
travel limit set-point">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />

```

```

    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO type="SptMem_1" name="SptMem" desc="Setpoint in memory" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="KVLV_relief" InClass="KVLV" desc="Relief pressure valve">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Status information -->
    <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
    <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
    <DO name="Mov" type="Mov_1" />
    <!-- Controls -->
    <DO name="Opn" type="Opn_1" />
    <DO name="Cls" type="Cls_1" />
    <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
    <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPOS_e" InClass="TPOS" desc="valve displacement sensor">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPOS_prs_sw" InClass="TPOS" desc="Pressure switch">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1" />
    <!-- Measured values -->
    <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPRS_gauge" InClass="TPRS" desc="Pressure-gauge">
    <!-- Common logical node information -->
    <DO name="Mod" type="Mod_1" />
    <DO name="Beh" type="Beh_1" />
    <DO name="Health" type="Health_1" />
    <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
    <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4" />
    <!-- Measured values -->

```



```

    <DO name="Pres" type="Pres_3" />
    <!-- Settings -->
    <DO name="SmpRte" type="SmpRte_4" />
  </LNodeType>
- <LNodeType id="ZMOTa" InClass="ZMOT" desc="Motor for the pump unit">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="OpTmh" type="OpTmh_1" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="DExt" type="DExt_1" />
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->
<DOType cdc="ASG" id="VImCap_1" desc="Total Volume capacity" />
<DOType cdc="ASG" id="xLimSpt_1" desc="Hight limit set point" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpAlmSpt_1" desc="Temperature alarm level
reached" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpTrSpt_1" desc="Temperature trip level
reached" />
<DOType cdc="DPC" id="Operate_1" desc="Operate pump" />
<DOType cdc="DPC" id="ClsPos_1" desc="Closed end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="OpnPos_1" desc="Open end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="Opn_1" desc="Valve to full open position" />
<DOType cdc="DPC" id="Cls_1" desc="Valve to full closed position" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteSet_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_2" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_3" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_4" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_2" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_3" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_4" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="INS" id="TnkTyp_1" desc="Type of tank (pressure only, level
only, both pressure and level)" />
<DOType cdc="INS" id="OpCnt_1" desc="Operation counter" />
<DOType cdc="INS" id="OpTmh_1" desc="Operation time" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Pres_1" desc="Pressure in the tank" />
<DOType cdc="MV" id="LevPc_1" desc="Level in the tank (as percentage of
full tank level)" />
<DOType cdc="MV" id="Out_1" desc="Output signal" />

```

```

<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="VIm_1" desc="Volume of media in tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_1" desc="Temperature of the media in the
    tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_2" desc="Temperature (C)" />
<DOType cdc="SAV" id="LevPc_2" desc="Level (percentage)" />
<DOType cdc="SAV" id="PosPc_1" desc="Position given as percentage of full
    movement" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_2" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_3" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SPC" id="Blk_1" desc="Block operation" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkOpn_1" desc="Block opening of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkCls_1" desc="Block closing of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="DExt_1" desc="De-excitation" />
<DOType cdc="SPS" id="BlkSt_2" desc="The pump is blocked from
    operation" />
<DOType cdc="SPS" id="xLim_1" desc="Limit reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Op_1" desc="Level of action reached" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_1" desc="AC supply failure (fuse or other
    problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_2" desc="AC supply failure (fuse or other
    problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="Alm_1" desc="Temperature alarm level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Trip_1" desc="Temperature trip level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_1" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_2" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="FilAlm_1" desc="Filter alarm" />
<DOType cdc="SPS" id="Loc_1" desc="Local operation selected" />
<DOType cdc="SPS" id="Mov_1" desc="Valve is moving" />
<DOType cdc="SPS" id="Stuck_1" desc="Valve is blocked (cannot move from
    present position)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>

```

## **A.6. ICD del tanque de compresión de aire y de aceite**

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2006/SCL SCL.xsd">
- <Header id="1">
  <Text>DataTemplate de la parte hidráulica del regulador de
  velocidad</Text>
- <History>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="1" version="1.0">Este ICD fue
  iniciado a partir de la version 1.2 revisión 3 del ICD del tanque
  principal.</Hitem>
  <Hitem when="21/10/2010" revision="2" version="1.0">TODO: Falta
  corregir los números de instancias de cada nodo lógico. TODO: Falta
  eliminar los DataTemplates que no se usan aqui.</Hitem>
</History>
</Header>
- <Communication>
- <SubNetwork name="SN1">
  - <ConnectedAP iedName="IED_MAIN_TNK" apName="AP1">
    - <Address>
      <P type="IP">192.168.10.1</P>
      <P type="IP-SUBNET">0.0.0.0</P>
      <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
    </Address>
  </ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
- <IED name="IEDairOilTNK" configVersion="1" desc="IED de los tanques de aire y
  aceite" manufacturer="David">
- <Services>
  <DynAssociation />
  <GetDataObjectDefinition />
  <DataObjectDirectory />
  <GetDataSetValue />
  <SetDataSetValue />
  <DataSetDirectory />
  <ConfDataSet max="50" maxAttributes="250" />
  <GetDirectory />
  <ReadWrite />
  <ConfReportControl max="7" />
  <GetCBValues />
  <ReportSettings intgPd="Dyn" trgOps="Dyn" bufTime="Dyn" optFields="Dyn"
  rptID="Dyn" datSet="Fix" cbName="Fix" />
  <GSESettings appID="Fix" cbName="Fix" dataLabel="Dyn" datSet="Fix" />
  <GOOSE max="5" />
  <FileHandling />
  <ConfLNs fixLnInst="true" fixPrefix="true" />
</Services>
- <AccessPoint name="AP1">
- <Server>
  <Authentication />
  - <LDDevice inst="1" IdName="LD1tank" desc="Air oil pressure-tanks">
    <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />

```

```

<LN InType="KTNK_air_oil" inst="2" InClass="KTNK" prefix="Pa_"
  desc="(15) Air-oil pressure-tank" />
<LN InType="KVLV_aut_contr" inst="15" InClass="KVLV"
  prefix="Pa_" desc="(17) Automatic controlled isolating valve" />
<LN InType="TLEV_gauge" inst="2" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
  desc="(18) Float level gauge" />
<LN InType="TLEV_gauge" inst="3" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
  desc="(18) Float level gauge" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="11" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(DB) Pressure-switch DB" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="12" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(DC) Pressure-switch DC" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="13" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(DD) Pressure-switch DD" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="14" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(LE) Pressure-switch LE" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="15" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(LF1) Pressure-switch LF1" />
<LN InType="TPOS_prs_sw" inst="16" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
  desc="(LF2) Pressure-switch LF2" />
<LN InType="TPRS_trans" inst="4" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
  desc="(EE) Pressure transmitter" />
<LN InType="KVLV_relief" inst="16" InClass="KVLV" prefix="Pa_"
  desc="(20) Relief valve" />
<LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="17" InClass="KVLV"
  prefix="Pa_" desc="(BE) Solenoid valve for automatic
  compressed air make-up" />
<LN InType="TPRS_gauge" inst="5" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
  desc="(21) Pressure-gauge" />
</LDevice>
- <LDevice inst="2" IdName="LD2tank" desc="Air pressure tanks">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="KTNK_air_oil" inst="3" InClass="KTNK" prefix="Pa_"
    desc="(15) Air-oil pressure-tank" />
  <LN InType="KVLV_aut_contr" inst="18" InClass="KVLV"
    prefix="Pa_" desc="(17) Automatic controlled isolating valve" />
  <LN InType="TLEV_gauge" inst="4" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
    desc="(18) Float level gauge" />
  <LN InType="TLEV_gauge" inst="5" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
    desc="(18) Float level gauge" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="17" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DB) Pressure-switch DB" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="18" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DC) Pressure-switch DC" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="19" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DD) Pressure-switch DD" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="20" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LE) Pressure-switch LE" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="21" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LF1) Pressure-switch LF1" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="22" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LF2) Pressure-switch LF2" />
  <LN InType="TPRS_trans" inst="6" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
    desc="(EE) Pressure transmitter" />

```

```

    <LN InType="KVLV_relief" inst="19" InClass="KVLV" prefix="Pa_"
      desc="(20) Relief valve" />
    <LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="20" InClass="KVLV"
      prefix="Pa_" desc="(BE) Solenoid valve for automatic
      compressed air make-up" />
    <LN InType="TPRS_gauge" inst="7" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
      desc="(21) Pressure-gauge" />
  </LDevice>
- <LDevice inst="3" IdName="LD3tank" desc="Air oil pressure-tanks">
  <LN0 InType="LLN0_1" inst="" InClass="LLN0" />
  <LN InType="KTNK_air_oil" inst="4" InClass="KTNK" prefix="Pa_"
    desc="(15) Air-oil pressure-tank" />
  <LN InType="KVLV_aut_contr" inst="21" InClass="KVLV"
    prefix="Pa_" desc="(17) Automatic controlled isolating valve" />
  <LN InType="TLEV_gauge" inst="6" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
    desc="(18) Float level gauge" />
  <LN InType="TLEV_gauge" inst="7" InClass="TLEV" prefix="Lvl_"
    desc="(18) Float level gauge" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="23" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DB) Pressure-switch DB" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="24" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DC) Pressure-switch DC" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="25" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(DD) Pressure-switch DD" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="26" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LE) Pressure-switch LE" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="27" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LF1) Pressure-switch LF1" />
  <LN InType="TPOS_prs_sw" inst="28" InClass="TPOS" prefix="Pa_"
    desc="(LF2) Pressure-switch LF2" />
  <LN InType="TPRS_trans" inst="8" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
    desc="(EE) Pressure transmitter" />
  <LN InType="KVLV_relief" inst="22" InClass="KVLV" prefix="Pa_"
    desc="(20) Relief valve" />
  <LN InType="KVLV_solenoid_operated" inst="23" InClass="KVLV"
    prefix="Pa_" desc="(BE) Solenoid valve for automatic
    compressed air make-up" />
  <LN InType="TPRS_gauge" inst="9" InClass="TPRS" prefix="Pa_"
    desc="(21) Pressure-gauge" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
- <DataTypeTemplates>
- <LNNodeType id="LLN0_1" InClass="LLN0">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
</LNNodeType>
- <LNNodeType id="KTNK_air_oil" InClass="KTNK" desc="Air-oil pressure tank">
  <!-- Common logical node information -->

```

```

<DO name="Mod" type="Mod_1" />
<DO name="Beh" type="Beh_1" />
<DO name="Health" type="Health_1" />
<DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
<!-- Status information -->
<DO name="TnkTyp" type="TnkTyp_1" />
<!-- Settings -->
<DO name="VlmCap" type="VlmCap_1" />
<!-- Measured values -->
<DO name="Pres" type="Pres_1" />
<DO name="LevPc" type="LevPc_1" />
<DO name="Vlm" type="Vlm_1" />
<DO name="Tmp" type="Tmp_1" />
</NodeType>
- <NodeType id="KVLV_solenoid_operated" InClass="KVLV" desc="Solenoid
operated valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="Stuck" type="Stuck_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
  <DO name="Mov" type="Mov_1" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="Opn" type="Opn_1" />
  <DO name="Cls" type="Cls_1" />
  <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
  <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</NodeType>
- <NodeType id="KVLV_relief" InClass="KVLV" desc="Relief pressure valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Status information -->
  <DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
  <DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
  <DO name="Mov" type="Mov_1" />
  <!-- Controls -->
  <DO name="Opn" type="Opn_1" />
  <DO name="Cls" type="Cls_1" />
  <DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
  <DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</NodeType>
- <NodeType id="KVLV_aut_contr" InClass="KVLV" desc="Automatic controlled
isolating valve">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />

```

```

<DO name="Beh" type="Beh_1" />
<DO name="Health" type="Health_1" />
<DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
<!-- Status information -->
<DO name="ClsPos" type="ClsPos_1" />
<DO name="OpnPos" type="OpnPos_1" />
<DO name="Mov" type="Mov_1" />
<!-- Controls -->
<DO name="Opn" type="Opn_1" />
<DO name="Cls" type="Cls_1" />
<DO name="BlkOpn" type="BlkOpn_1" />
<DO name="BlkCls" type="BlkCls_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TLEV_gauge" InClass="TLEV" desc="Level gauge">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="LevPc" type="LevPc_2" />
  <DO name="SmpRteSet" type="SmpRteSet_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPOS_prs_sw" InClass="TPOS" desc="Pressure switch">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_1" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="PosPc" type="PosPc_1" />
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_1" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPRS_trans" InClass="TPRS" desc="Pressure transmitter">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />
  <DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
  <DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_2" />
  <!-- Measured values -->
  <DO name="Pres" type="Pres_2" />
  <!-- Settings -->
  <DO name="SmpRte" type="SmpRte_2" />
</LNodeType>
- <LNodeType id="TPRS_gauge" InClass="TPRS" desc="Pressure-gauge">
  <!-- Common logical node information -->
  <DO name="Mod" type="Mod_1" />
  <DO name="Beh" type="Beh_1" />
  <DO name="Health" type="Health_1" />

```



```

<DO name="NamPlt" type="NamPlt_1" />
<DO name="SmpRteRng" type="SmpRteRng_4" />
<!-- Measured values -->
<DO name="Pres" type="Pres_3" />
<!-- Settings -->
<DO name="SmpRte" type="SmpRte_4" />
</LNodeType>
<!-- Data Objects - IEC 61850-7-3 -->
<DOType cdc="ASG" id="VlmCap_1" desc="Total Volume capacity" />
<DOType cdc="ASG" id="xLimSpt_1" desc="Hight limit set point" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpAlmSpt_1" desc="Temperature alarm level
reached" />
<DOType cdc="ASG" id="TmpTrSpt_1" desc="Temperature trip level
reached" />
<DOType cdc="DPC" id="Operate_1" desc="Operate pump" />
<DOType cdc="DPC" id="ClsPos_1" desc="Closed end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="OpnPos_1" desc="Open end position reached (valve
cannot move futher)" />
<DOType cdc="DPC" id="Opn_1" desc="Valve to full open position" />
<DOType cdc="DPC" id="Cls_1" desc="Valve to full closed position" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteSet_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_1" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_2" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_3" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRte_4" desc="Sampling rate setting" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_1" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_2" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_3" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="ING" id="SmpRteRng_4" desc="Available sampling rate
range" />
<DOType cdc="INC" id="Mod_1" desc="Mode" />
<DOType cdc="INS" id="Beh_1" desc="Behaviour" />
<DOType cdc="INS" id="Health_1" desc="Health" />
<DOType cdc="INS" id="TnkTyp_1" desc="Type of tank (pressure only, level
only, both pressure and level)" />
<DOType cdc="INS" id="OpCnt_1" desc="Operation counter" />
<DOType cdc="INS" id="OpTmh_1" desc="Operation time" />
<DOType cdc="LPL" id="NamPlt_1" desc="Name plate" />
<DOType cdc="MV" id="Pres_1" desc="Pressure in the tank" />
<DOType cdc="MV" id="LevPc_1" desc="Level in the tank (as percentage of
full tank level)" />
<DOType cdc="MV" id="Out_1" desc="Output signal" />
<DOType cdc="MV" id="SptMem_1" desc="Set point in memory" />
<DOType cdc="MV" id="Vlm_1" desc="Volume of media in tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_1" desc="Temperature of the media in the
tank" />
<DOType cdc="MV" id="Tmp_2" desc="Temperature (C)" />
<DOType cdc="SAV" id="LevPc_2" desc="Level (percentage)" />
<DOType cdc="SAV" id="PosPc_1" desc="Position given as percentage of full

```

```

movement" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_2" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SAV" id="Pres_3" desc="Pressure of media [Pa]" />
<DOType cdc="SPC" id="Blk_1" desc="Block operation" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkOpn_1" desc="Block opening of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="BlkCls_1" desc="Block closing of the valve" />
<DOType cdc="SPC" id="DExt_1" desc="De-excitation" />
<DOType cdc="SPS" id="BlkSt_2" desc="The pump is blocked from
operation" />
<DOType cdc="SPS" id="xLim_1" desc="Limit reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Op_1" desc="Level of action reached" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_1" desc="AC supply failure (fuse or other
problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="ACAIm_2" desc="AC supply failure (fuse or other
problem)" />
<DOType cdc="SPS" id="Alm_1" desc="Temperature alarm level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="Trip_1" desc="Temperature trip level reached" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_1" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="MotPro_2" desc="Motor protection tripped" />
<DOType cdc="SPS" id="FilAlm_1" desc="Filter alarm" />
<DOType cdc="SPS" id="Loc_1" desc="Local operation selected" />
<DOType cdc="SPS" id="Mov_1" desc="Valve is moving" />
<DOType cdc="SPS" id="Stuck_1" desc="Valve is blocked (cannot move from
present position)" />
</DataTypeTemplates>
</SCL>

```

## **A.7. SSD de todo el sistema**

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL SCL.xsd">
- <Header id="SSD1">
  - <History>
    <Hitem when="20 nov 2010" revision="1" version="1">Este SSD ha sido
      generado automaticamente con un script Python.</Hitem>
  </History>
</Header>
- <Substation name="RV" desc="Regulador de velocidad de Itaipu">
  - <VoltageLevel name="VL1">
    - <Bay name="Q1">
      <LNode lnInst="2" lnClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="1"
        prefix="Pa_" lnType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
        tank" />
      <LNode lnInst="15" lnClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
        Automatic controlled isolating valve" />
      <LNode lnInst="2" lnClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="1"
        prefix="Lvl_" lnType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
      <LNode lnInst="3" lnClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="1"
        prefix="Lvl_" lnType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
      <LNode lnInst="11" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
        Pressure-switch DB" />
      <LNode lnInst="12" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-
        switch DC" />
      <LNode lnInst="13" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
        Pressure-switch DD" />
      <LNode lnInst="14" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
        switch LE" />
      <LNode lnInst="15" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1)
        Pressure-switch LF1" />
      <LNode lnInst="16" lnClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
        Pressure-switch LF2" />
      <LNode lnInst="4" lnClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="1"
        prefix="Pa_" lnType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
        transmitter" />
      <LNode lnInst="16" lnClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
        valve" />
      <LNode lnInst="17" lnClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
        lnInst="1" prefix="Pa_" lnType="KVLV_solenoid_operated"
        desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
        up" />
      <LNode lnInst="5" lnClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="1"
        prefix="Pa_" lnType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
      <LNode lnInst="3" lnClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK1" lnInst="2"

```

```

prefix="Pa_" InType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
tank" />
<LNode InInst="18" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
  Automatic controlled isolating valve" />
<LNode InInst="4" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="2"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="5" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="2"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="17" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
  Pressure-switch DB" />
<LNode InInst="18" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-
  switch DC" />
<LNode InInst="19" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
  Pressure-switch DD" />
<LNode InInst="20" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
  switch LE" />
<LNode InInst="21" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1)
  Pressure-switch LF1" />
<LNode InInst="22" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
  Pressure-switch LF2" />
<LNode InInst="6" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="2"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
  transmitter" />
<LNode InInst="19" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
  valve" />
<LNode InInst="20" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated"
  desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
  up" />
<LNode InInst="7" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="2"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="4" InClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
  tank" />
<LNode InInst="21" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
  Automatic controlled isolating valve" />
<LNode InInst="6" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="3"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="7" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="3"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="23" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
  Pressure-switch DB" />
<LNode InInst="24" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-

```

```

switch DC" />
<LNode InInst="25" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
  Pressure-switch DD" />
<LNode InInst="26" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
  switch LE" />
<LNode InInst="27" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1)
  Pressure-switch LF1" />
<LNode InInst="28" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
  Pressure-switch LF2" />
<LNode InInst="8" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
  transmitter" />
<LNode InInst="22" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
  valve" />
<LNode InInst="23" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK1"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated"
  desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
  up" />
<LNode InInst="9" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK1" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="1" InClass="KTNK" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KTNK_1" desc="(1) Main sump tank
  containing the oil required for operation of the plant" />
<LNode InInst="1" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AC) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="2" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AD) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="3" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AE) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="1" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AC) Pump unit" />
<LNode InInst="2" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AD) Pump unit" />
<LNode InInst="3" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AE) Pump unit" />
<LNode InInst="1" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="2" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="3" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="1" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(2) Idler system

```

**distributing valve" />**

```
<LNode InInst="2" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(3) Idler system
  distributing valve" />
<LNode InInst="3" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(4) Idler system
  distributing valve" />
<LNode InInst="4" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(5) idler system pilot
  valve" />
<LNode InInst="1" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(6) Oil cooler
  temperature" />
<LNode InInst="2" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(6) Oil cooler
  temperature" />
<LNode InInst="1" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="STMP6" desc="(6) Oil cooler temperature
  supervision" />
<LNode InInst="2" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="STMP6" desc="(6) Oil cooler temperature
  supervision" />
<LNode InInst="5" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" desc="(36)
  Oil adjusting isolating valve" />
<LNode InInst="6" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Tmp_" InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" desc="(37)
  Water adjusting isolating valve" />
<LNode InInst="7" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="3"
  prefix="Flw_" InType="KVLV_switch" desc="(LN) Oil coolers flow
  switch" />
<LNode InInst="8" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(7) Main pilot valve
  (distributing valve)" />
<LNode InInst="1" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EB) Main pilot valve
  displacement sensor" />
<LNode InInst="2" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EA) Actuator EA controlling
  the distributing valve 7" />
<LNode InInst="9" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Pos_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BA) Safety
  solenoid-operated valve BA with position switches CI and CJ" />
<LNode InInst="10" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Pos_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BB) Safety
  solenoid-operated valve BB with position switches CK and CL" />
<LNode InInst="3" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Pos_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BA) Safety solenoid-
  operated valve BA with position switches CI and CJ" />
<LNode InInst="4" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Pos_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BB) Safety solenoid-
  operated valve BB with position switches CK and CL" />
<LNode InInst="11" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_restrictor" desc="(8) Adjustable
```



```

restrictor valve enabling to obtain slackening during GvFLIM8" />
<LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(8) Wicket gate closure travel
  limit" />
<LNode InInst="12" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(9) Piloted distributing
  valve" />
<LNode InInst="4" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="5"
  prefix="Act_" InType="KFIL_actuator" desc="(10) Twin filter for the
  supply of actuator EA" />
<LNode InInst="5" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="5"
  prefix="Act_" InType="KFIL_actuator" desc="(10) Twin filter for the
  supply of actuator EA" />
<LNode InInst="13" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="6"
  prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BC)
  Solenoid-operated valve controlling the oil pressure-tank isolating
  valve" />
<LNode InInst="5" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="6"
  prefix="Pa_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BC) PaKVLVbc position
  swiches CM and CN" />
<LNode InInst="14" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="6"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BD)
  Solenoid-operated valve controlling the wicket gate lock" />
<LNode InInst="6" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="6"
  prefix="Gv_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BD) GvKVLVbd position
  swiches CO and CP" />
<LNode InInst="7" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DA) Pressure switch" />
<LNode InInst="8" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LO) Pressure switch" />
<LNode InInst="3" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Tmp_" InType="TTMP_thermostat" desc="(LI) Thermostat
  temperature" />
<LNode InInst="3" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Tmp_" InType="STMP_thermostat" desc="(LI) Thermostat
  temperature controller" />
<LNode InInst="9" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Lvl_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(LG) Level switch" />
<LNode InInst="10" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Lvl_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(LH) Level switch" />
<LNode InInst="2" InClass="TPRS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(11) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="3" InClass="TPRS" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(12) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="4" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(13) Temperature" />
<LNode InInst="4" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Tmp_" InType="STMP_thermostat" desc="(13) Temperature
  controller" />
<LNode InInst="1" InClass="TLEV" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(14) Level gauge" />
<LNode InInst="1" InClass="FXUT" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
  prefix="Lvl_" InType="FXUT_1" desc="(14) Level at under
  threshold" />

```



```

    <LNode InInst="1" InClass="FXOT" iedName="IEDMainTnk1" IdInst="7"
      prefix="Lvl_" InType="FXOT_1" desc="(14) Level at over
      threshold" />
  </Bay>
- <Bay name="Q2">
  <LNode InInst="2" InClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="1"
    prefix="Pa_" InType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
    tank" />
  <LNode InInst="15" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
    Automatic controlled isolating valve" />
  <LNode InInst="2" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="1"
    prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
  <LNode InInst="3" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="1"
    prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
  <LNode InInst="11" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
    Pressure-switch DB" />
  <LNode InInst="12" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-
    switch DC" />
  <LNode InInst="13" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
    Pressure-switch DD" />
  <LNode InInst="14" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
    switch LE" />
  <LNode InInst="15" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1)
    Pressure-switch LF1" />
  <LNode InInst="16" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
    Pressure-switch LF2" />
  <LNode InInst="4" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="1"
    prefix="Pa_" InType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
    transmitter" />
  <LNode InInst="16" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
    valve" />
  <LNode InInst="17" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated"
    desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
    up" />
  <LNode InInst="5" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="1"
    prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
  <LNode InInst="3" InClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="2"
    prefix="Pa_" InType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
    tank" />
  <LNode InInst="18" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
    IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
    Automatic controlled isolating valve" />
  <LNode InInst="4" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="2"
    prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
  <LNode InInst="5" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="2"

```

```

prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="17" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
  Pressure-switch DB" />
<LNode InInst="18" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-
  switch DC" />
<LNode InInst="19" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
  Pressure-switch DD" />
<LNode InInst="20" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
  switch LE" />
<LNode InInst="21" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1)
  Pressure-switch LF1" />
<LNode InInst="22" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
  Pressure-switch LF2" />
<LNode InInst="6" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="2"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
  transmitter" />
<LNode InInst="19" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
  valve" />
<LNode InInst="20" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="2" prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated"
  desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
  up" />
<LNode InInst="7" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="2"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="4" InClass="KTNK" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="KTNK_air_oil" desc="(15) Air-oil pressure-
  tank" />
<LNode InInst="21" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_aut_contr" desc="(17)
  Automatic controlled isolating valve" />
<LNode InInst="6" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="3"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="7" InClass="TLEV" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="3"
  prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(18) Float level gauge" />
<LNode InInst="23" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DB)
  Pressure-switch DB" />
<LNode InInst="24" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DC) Pressure-
  switch DC" />
<LNode InInst="25" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DD)
  Pressure-switch DD" />
<LNode InInst="26" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LE) Pressure-
  switch LE" />
<LNode InInst="27" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"

```

```

IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF1) Pressure-
switch LF1" />
<LNode InInst="28" InClass="TPOS" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LF2)
  Pressure-switch LF2" />
<LNode InInst="8" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_trans" desc="(EE) Pressure
  transmitter" />
<LNode InInst="22" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(20) Relief
  valve" />
<LNode InInst="23" InClass="KVLV" iedName="IEDairOilTNK2"
  IdInst="3" prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated"
  desc="(BE) Solenoid valve for automatic compressed air make-
  up" />
<LNode InInst="9" InClass="TPRS" iedName="IEDairOilTNK2" IdInst="3"
  prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(21) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="1" InClass="KTNK" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KTNK_1" desc="(1) Main sump tank
  containing the oil required for operation of the plant" />
<LNode InInst="1" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AC) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="2" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AD) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="3" InClass="ZMOT" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="ZMOTa" desc="(AE) Motor for the pump
  unit" />
<LNode InInst="1" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AC) Pump unit" />
<LNode InInst="2" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AD) Pump unit" />
<LNode InInst="3" InClass="KPMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KPMPa" desc="(AE) Pump unit" />
<LNode InInst="1" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="2" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="3" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="1"
  prefix="Act_" InType="KFIL_29" desc="(29) Pumping unit suction
  filter" />
<LNode InInst="1" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(2) Idler system
  distributing valve" />
<LNode InInst="2" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(3) Idler system
  distributing valve" />
<LNode InInst="3" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="KVLV_idler_system" desc="(4) Idler system
  distributing valve" />
<LNode InInst="4" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="2"

```

```

prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(5) idler system pilot
valve" />
<LNode InInst="1" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(6) Oil cooler
temperature" />
<LNode InInst="2" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(6) Oil cooler
temperature" />
<LNode InInst="1" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="STMP6" desc="(6) Oil cooler temperature
supervision" />
<LNode InInst="2" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="STMP6" desc="(6) Oil cooler temperature
supervision" />
<LNode InInst="5" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" desc="(36)
Oil adjusting isolating valve" />
<LNode InInst="6" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Tmp_" InType="KVLV_adjusting_isolating_valve" desc="(37)
Water adjusting isolating valve" />
<LNode InInst="7" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="3"
prefix="Flw_" InType="KVLV_switch" desc="(LN) Oil coolers flow
switch" />
<LNode InInst="8" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(7) Main pilot valve
(distributing valve)" />
<LNode InInst="1" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EB) Main pilot valve
displacement sensor" />
<LNode InInst="2" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EA) Actuator EA controlling
the distributing valve 7" />
<LNode InInst="9" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Pos_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BA) Safety
solenoid-operated valve BA with position switches CI and CJ" />
<LNode InInst="10" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Pos_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BB) Safety
solenoid-operated valve BB with position switches CK and CL" />
<LNode InInst="3" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Pos_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BA) Safety solenoid-
operated valve BA with position switches CI and CJ" />
<LNode InInst="4" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Pos_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BB) Safety solenoid-
operated valve BB with position switches CK and CL" />
<LNode InInst="11" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="KVLV_restrictor" desc="(8) Adjustable
restrictor valve enabling to obtain slackening during GvFLIM8" />
<LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(8) Wicket gate closure travel
limit" />
<LNode InInst="12" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="4"
prefix="Gv_" InType="KVLV_piloted" desc="(9) Piloted distributing
valve" />
<LNode InInst="4" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="5"

```

```

prefix="Act_" InType="KFIL_actuator" desc="(10) Twin filter for the
supply of actuator EA" />
<LNode InInst="5" InClass="KFIL" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="5"
prefix="Act_" InType="KFIL_actuator" desc="(10) Twin filter for the
supply of actuator EA" />
<LNode InInst="13" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="6"
prefix="Pa_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BC)
Solenoid-operated valve controlling the oil pressure-tank isolating
valve" />
<LNode InInst="5" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="6"
prefix="Pa_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BC) PaKVLVbc position
swiches CM and CN" />
<LNode InInst="14" InClass="KVLV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="6"
prefix="Gv_" InType="KVLV_solenoid_operated" desc="(BD)
Solenoid-operated valve controlling the wicket gate lock" />
<LNode InInst="6" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="6"
prefix="Gv_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(BD) GvKVLVbd position
swiches CO and CP" />
<LNode InInst="7" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DA) Pressure switch" />
<LNode InInst="8" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LO) Pressure switch" />
<LNode InInst="3" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Tmp_" InType="TTMP_thermostat" desc="(LI) Thermostat
temperature" />
<LNode InInst="3" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Tmp_" InType="STMP_thermostat" desc="(LI) Thermostat
temperature controller" />
<LNode InInst="9" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Lvl_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(LG) Level switch" />
<LNode InInst="10" InClass="TPOS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Lvl_" InType="TPOS_lvl_sw" desc="(LH) Level switch" />
<LNode InInst="2" InClass="TPRS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(11) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="3" InClass="TPRS" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(12) Pressure-gauge" />
<LNode InInst="4" InClass="TTMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Tmp_" InType="TTMP_6" desc="(13) Temperature" />
<LNode InInst="4" InClass="STMP" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Tmp_" InType="STMP_thermostat" desc="(13) Temperature
controller" />
<LNode InInst="1" InClass="TLEV" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Lvl_" InType="TLEV_gauge" desc="(14) Level gauge" />
<LNode InInst="1" InClass="FXUT" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Lvl_" InType="FXUT_1" desc="(14) Level at under
threshold" />
<LNode InInst="1" InClass="FXOT" iedName="IEDMainTnk2" IdInst="7"
prefix="Lvl_" InType="FXOT_1" desc="(14) Level at over
threshold" />
</Bay>
- <Bay name="Q3">
<LNode InInst="4" InClass="ZMOT" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
IdInst="1" prefix="Pa_" InType="ZMOTa" desc="(AF) Motor for the
compressor unit AF" />

```

```

<LNode InInst="24" InClass="KVLV" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(24) Relief
  valve" />
<LNode InInst="10" InClass="TPRS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(25) Pressure-
  gauge" />
<LNode InInst="29" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DE) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="30" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DF) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="31" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DG) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="32" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LM) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="33" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EC) Wicket-gate
  displacement sensor" />
<LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(LA) Limit to reach
  the overspeed (speed limit)" />
<LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDcmprsAirPlant1"
  IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FSPT_for_flim" desc="(LA) Speed
  limit set-point" />
<LNode InInst="4" InClass="ZMOT" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="ZMOTa" desc="(AF) Motor for the
  compressor unit AF" />
<LNode InInst="24" InClass="KVLV" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(24) Relief
  valve" />
<LNode InInst="10" InClass="TPRS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(25) Pressure-
  gauge" />
<LNode InInst="29" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DE) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="30" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DF) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="31" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DG) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="32" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LM) Pressure
  switch" />
<LNode InInst="33" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EC) Wicket-gate
  displacement sensor" />
<LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
  IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(LA) Limit to reach
  the overspeed (speed limit)" />

```



```

    <LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDcmprsAirPlant3"
      IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FSPT_for_flim" desc="(LA) Speed
      limit set-point" />
  </Bay>
- <Bay name="Q4">
  <LNode InInst="4" InClass="ZMOT" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="ZMOTa" desc="(AF) Motor for the
    compressor unit AF" />
  <LNode InInst="24" InClass="KVLV" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(24) Relief
    valve" />
  <LNode InInst="10" InClass="TPRS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(25) Pressure-
    gauge" />
  <LNode InInst="29" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DE) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="30" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DF) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="31" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DG) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="32" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LM) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="33" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EC) Wicket-gate
    displacement sensor" />
  <LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(LA) Limit to reach
    the overspeed (speed limit)" />
  <LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDcmprsAirPlant2"
    IdInst="1" prefix="Gv_" InType="FSPT_for_flim" desc="(LA) Speed
    limit set-point" />
  <LNode InInst="4" InClass="ZMOT" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="ZMOTa" desc="(AF) Motor for the
    compressor unit AF" />
  <LNode InInst="24" InClass="KVLV" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="KVLV_relief" desc="(24) Relief
    valve" />
  <LNode InInst="10" InClass="TPRS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPRS_gauge" desc="(25) Pressure-
    gauge" />
  <LNode InInst="29" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DE) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="30" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DF) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="31" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
    IdInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(DG) Pressure
    switch" />
  <LNode InInst="32" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"

```

```

ldInst="1" prefix="Pa_" InType="TPOS_prs_sw" desc="(LM) Pressure
switch" />
<LNode lnInst="33" InClass="TPOS" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
ldInst="1" prefix="Gv_" InType="TPOS_e" desc="(EC) Wicket-gate
displacement sensor" />
<LNode lnInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
ldInst="1" prefix="Gv_" InType="FLIM_" desc="(LA) Limit to reach
the overspeed (speed limit)" />
<LNode lnInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDcmprsAirPlant4"
ldInst="1" prefix="Gv_" InType="FSPT_for_flim" desc="(LA) Speed
limit set-point" />
</Bay>
- <Bay name="Q5">
<LNode lnInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="1"
prefix="Drp_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del estatismo
DROOP temporario de la m\aquina" />
<LNode lnInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="1"
prefix="Reg_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites de la constante
de tiempo derivada, Tn" />
<LNode lnInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="1"
prefix="Reg_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites de la constante
de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode lnInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="1"
prefix="Drp_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del estatismo
DROOP permanente de la m\aquina" />
<LNode lnInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="1"
prefix="Reg_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites de la constante
de tiempo de la prontitud, Tx" />
<LNode lnInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="2"
prefix="Spd_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del selector de
velocidad" />
<LNode lnInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="2"
prefix="Gv_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del valor de
ajuste de apertura" />
<LNode lnInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="2"
prefix="Reg_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del valor de
ajuste de la frecuencia" />
<LNode lnInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="2"
prefix="Hz_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites de la frecuencia
de referencia" />
<LNode lnInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim1" ldInst="2"
prefix="Pos_" InType="FLIM_typical" desc="L\imites del control
limitador de apertura" />
<LNode lnInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" ldInst="3"
prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP temporario
de la m\aquina" />
<LNode lnInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" ldInst="3"
prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo
derivada, Tn" />
<LNode lnInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" ldInst="3"
prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo del
dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode lnInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" ldInst="3"
prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP

```



permanente de la m\aquina" />

```
<LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo de la
  prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\on de puesta en
  marcha" />
<LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Frecuencia de referencia" />
<LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Selector de velocidad" />
<LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de apertura" />
<LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Bias de velocidad sin carga" />
<LNode InInst="11" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\on de velocidad
  sin carga" />
<LNode InInst="12" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Lim_" InType="FSPT_1" desc="Limitador de apertura" />
<LNode InInst="13" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Control frecuencia de carga" />
<LNode InInst="14" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim1" IdInst="4"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de la
  frecuencia" />
<LNode InInst="1" InClass="FPID" iedName="IEDRVprim1" IdInst="5"
  prefix="" InType="FPID_reg" desc="Funci\on PID" />
<LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="1"
  prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del estatismo
  DROOP temporario de la m\aquina" />
<LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo derivada, Tn" />
<LNode InInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode InInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="1"
  prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del estatismo
  DROOP permanente de la m\aquina" />
<LNode InInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo de la prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="2"
  prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del selector de
  velocidad" />
<LNode InInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de apertura" />
<LNode InInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="2"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de la frecuencia" />
<LNode InInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="2"
  prefix="Hz_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la frecuencia
  de referencia" />
```

```

<LNode InInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec1" IdInst="2"
  prefix="Pos_" InType="FLIM_tipical" desc="L\'imites del control
  limitador de apertura" />
<LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP temporario
  de la m\'aquina" />
<LNode InInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo
  derivada, Tn" />
<LNode InInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo del
  dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode InInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP
  permanente de la m\'aquina" />
<LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo de la
  prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\'on de puesta en
  marcha" />
<LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Frecuencia de referencia" />
<LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Selector de velocidad" />
<LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de apertura" />
<LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Bias de velocidad sin carga" />
<LNode InInst="11" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\'on de velocidad
  sin carga" />
<LNode InInst="12" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Lim_" InType="FSPT_1" desc="Limitador de apertura" />
<LNode InInst="13" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Control frecuencia de carga" />
<LNode InInst="14" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec1" IdInst="4"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de la
  frecuencia" />
<LNode InInst="1" InClass="FPID" iedName="IEDRVsec1" IdInst="5"
  prefix="" InType="FPID_reg" desc="Funci\'on PID" />
</Bay>
- <Bay name="Q6">
  <LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="1"
    prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\'imites del estatismo
    DROOP temporario de la m\'aquina" />
  <LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="1"
    prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\'imites de la constante
    de tiempo derivada, Tn" />
  <LNode InInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="1"
    prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\'imites de la constante
    de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
  <LNode InInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="1"
    prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\'imites del estatismo

```

**DROOP permanente de la m\aquina" />**

```
<LNode InInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo de la prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="2"
  prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del selector de
  velocidad" />
<LNode InInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de apertura" />
<LNode InInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="2"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de la frecuencia" />
<LNode InInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="2"
  prefix="Hz_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la frecuencia
  de referencia" />
<LNode InInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDRVprim2" IdInst="2"
  prefix="Pos_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del control
  limitador de apertura" />
<LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP temporario
  de la m\aquina" />
<LNode InInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo
  derivada, Tn" />
<LNode InInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo del
  dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode InInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP
  permanente de la m\aquina" />
<LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo de la
  prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\on de puesta en
  marcha" />
<LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Frecuencia de referencia" />
<LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Selector de velocidad" />
<LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Gv_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de apertura" />
<LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Bias de velocidad sin carga" />
<LNode InInst="11" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\on de velocidad
  sin carga" />
<LNode InInst="12" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Lim_" InType="FSPT_1" desc="Limitador de apertura" />
<LNode InInst="13" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Control frecuencia de carga" />
<LNode InInst="14" InClass="FSPT" iedName="IEDRVprim2" IdInst="4"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de la
```

frecuencia" />

```
<LNode InInst="1" InClass="FPID" iedName="IEDRVprim2" IdInst="5"
  prefix="" InType="FPID_reg" desc="Funci\on PID" />
<LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="1"
  prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del estatismo
  DROOP temporario de la m\aquina" />
<LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo derivada, Tn" />
<LNode InInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo del dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode InInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="1"
  prefix="Drp_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del estatismo
  DROOP permanente de la m\aquina" />
<LNode InInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="1"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la constante
  de tiempo de la prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="2"
  prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del selector de
  velocidad" />
<LNode InInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="2"
  prefix="Gv_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de apertura" />
<LNode InInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="2"
  prefix="Reg_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del valor de
  ajuste de la frecuencia" />
<LNode InInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="2"
  prefix="Hz_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites de la frecuencia
  de referencia" />
<LNode InInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDRVsec2" IdInst="2"
  prefix="Pos_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imites del control
  limitador de apertura" />
<LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP temporario
  de la m\aquina" />
<LNode InInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo
  derivada, Tn" />
<LNode InInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo del
  dispositivo amortiguador, Td" />
<LNode InInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="3"
  prefix="Drp_" InType="FSPT_1" desc="Estatismo DROOP
  permanente de la m\aquina" />
<LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="3"
  prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Constante de tiempo de la
  prontitud, Tx" />
<LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
  prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi\on de puesta en
  marcha" />
<LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
  prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Frecuencia de referencia" />
<LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
```

```

prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Selector de velocidad" />
  <LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="Gv_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de apertura" />
  <LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Bias de velocidad sin carga" />
  <LNode InInst="11" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="V_" InType="FSPT_1" desc="Bias de tensi'on de velocidad
sin carga" />
  <LNode InInst="12" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="Lim_" InType="FSPT_1" desc="Limitador de apertura" />
  <LNode InInst="13" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="Hz_" InType="FSPT_1" desc="Control frecuencia de carga" />
  <LNode InInst="14" InClass="FSPT" iedName="IEDRVsec2" IdInst="4"
    prefix="Reg_" InType="FSPT_1" desc="Valor de ajuste de la
frecuencia" />
  <LNode InInst="1" InClass="FPID" iedName="IEDRVsec2" IdInst="5"
    prefix="" InType="FPID_reg" desc="Funci'on PID" />
</Bay>
- <Bay name="Q7">
  <LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L'imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la

```

```

velocidad" />
  <LNode InInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot1" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="1" InClass="HSPD" iedName="IEDsensRot1" IdInst="2"
    prefix="Spd_" InType="HSPD_1" desc="Speed monitoring" />
  <LNode InInst="1" InClass="TRTN" iedName="IEDsensRot1" IdInst="2"
    prefix="Spd_" InType="TRTN_1" desc="Tacometer" />
</Bay>
- <Bay name="Q8">
  <LNode InInst="1" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="1" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="2" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="2" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="3" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="3" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="4" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="4" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la

```



```

velocidad" />
  <LNode InInst="5" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="5" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="6" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="6" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="7" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="7" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="8" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="8" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="9" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="9" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="10" InClass="FLIM" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FLIM_tipical" desc="L\imite de la
velocidad" />
  <LNode InInst="10" InClass="FSPT" iedName="IEDsensRot2" IdInst="1"
    prefix="Spd_" InType="FSPT_1" desc="Punto configurable de la
velocidad" />
  <LNode InInst="1" InClass="HSPD" iedName="IEDsensRot2" IdInst="2"
    prefix="Spd_" InType="HSPD_1" desc="Speed monitoring" />
  <LNode InInst="1" InClass="TRTN" iedName="IEDsensRot2" IdInst="2"
    prefix="Spd_" InType="TRTN_1" desc="Tacometer" />
</Bay>
- <Bay name="Q9">
  <LNode InInst="1" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo1" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="2" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo1" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="3" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo1" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
</Bay>
- <Bay name="Q10">
  <LNode InInst="1" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo2" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="2" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo2" IdInst="1"

```

```

    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
    <LNode InInst="3" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo2" IdInst="1"
      prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  </Bay>
- <Bay name="Q11">
  <LNode InInst="1" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo3" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="2" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo3" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="3" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo3" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  </Bay>
- <Bay name="Q12">
  <LNode InInst="1" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo4" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="2" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo4" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  <LNode InInst="3" InClass="TVTR" iedName="IEDMUtrafo4" IdInst="1"
    prefix="V_" InType="TVTR_1" desc="Voltage - sampled" />
  </Bay>
</VoltageLevel>
</Substation>
</SCL>

```



## A.8. SCL XML Shemas modificados asociados a los ICDs del proyecto

Para este trabajo se han utilizado los XML Shemas definidos en el apartado IEC 61850-6, edición 1 [1], y se han realizado algunas modificaciones, proveidas en las secciones los códigos fuente A.1 y A.2, para agregar los nodos lógicos para centrales hidroeléctricas definidos en IEC 61850-7-410 [8]. En los demás ficheros *XSD* sólo se ha modificado el espacio de nombres, que originalmente estaba definido con la URL de 2006 en [1], y el autor de este trabajo cambió dicho espacio de nombres para la URL de 2003 de la iec, porque el la herramienta de ingeniería Atlan61850 sólo aceptaba este espacio de nombres. Con la herramienta Atlan61850 fue obtenida la figura 5-3 (y luego han sido retocados con otro software de propósito general para la edición de imágenes).

El autor de este trabajo tiene entendido de que la mejor práctica es utilizar el fichero XSD *SCL\_Maintenance* para realizar estas modificaciones. Dicho enfoque será considerado por el autor para un trabajo futuro (los resultados son los mismos, sólo cambia la modularidad de las definiciones).

### A.8.1. SCL.xsd

#### Código fuente A.1: SCL.xsd

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:scl="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns="
  http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns:xs="http://www.w3.org
  /2001/XMLSchema" targetNamespace="http://www.iec.ch
  /61850/2003/SCL" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified" finalDefault="extension"
  version="1.4">
<xs:annotation>
  <xs:documentation xml:lang="en">COPYRIGHT IEC, 2005. Version
    1.4. Release 2005/09/11.</xs:documentation>
</xs:annotation>
```

```

<xs:include schemaLocation="SCL_Substation.xsd"/>
<xs:include schemaLocation="SCL_IED.xsd"/>
<xs:include schemaLocation="SCL_Communication.xsd"/>
<xs:include schemaLocation="SCL_DataTypeTemplates.xsd"/>
<xs:element name="SCL">
  <xs:complexType>
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="tBaseElement">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="Header" type="tHeader">
            <xs:unique name="uniqueHitem">
              <xs:selector xpath="./scl:History/scl:Hitem"/>
              <xs:field xpath="@version"/>
              <xs:field xpath="@revision"/>
            </xs:unique>
          </xs:element>
          <xs:element ref="Substation" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element ref="Communication" minOccurs="0"/>
          <xs:element ref="IED" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element ref="DataTypeTemplates" minOccurs="0"/>
        </xs:sequence>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
  <xs:unique name="uniqueSubstation">
    <xs:selector xpath="./scl:Substation"/>
    <xs:field xpath="@name"/>
  </xs:unique>
  <xs:key name="IEDKey">
    <xs:selector xpath="./scl:IED"/>
    <xs:field xpath="@name"/>
  </xs:key>
  <xs:key name="LNodeTypeKey">
    <xs:selector xpath="./scl:DataTypeTemplates/scl:LNodeType"/>

```

```

        <xs:field xpath="@id"/>
        <xs:field xpath="@lnClass"/>
    </xs:key>
    <xs:keyref name="ref2LNodeTypeDomain1" refer="LNodeTypeKey">
        <xs:selector xpath="./scl:IED/scl:AccessPoint/scl:LN"/>
        <xs:field xpath="@lnType"/>
        <xs:field xpath="@lnClass"/>
    </xs:keyref>
    <xs:keyref name="ref2LNodeTypeDomain2" refer="LNodeTypeKey">
        <xs:selector xpath="./scl:IED/scl:AccessPoint/scl:Server/scl:
            LDevice/scl:LN"/>
        <xs:field xpath="@lnType"/>
        <xs:field xpath="@lnClass"/>
    </xs:keyref>
    <xs:keyref name="ref2LNodeTypeLLN0" refer="LNodeTypeKey">
        <xs:selector xpath="./scl:IED/scl:AccessPoint/scl:Server/scl:
            LDevice/scl:LN0"/>
        <xs:field xpath="@lnType"/>
        <xs:field xpath="@lnClass"/>
    </xs:keyref>
</xs:element>
</xs:schema>

```

---

## A.8.2. SCL\_Enums.xsd

### Código fuente A.2: SCL\_Enums.xsd

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:scl="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns="
    http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns:xs="http://www.w3.org
    /2001/XMLSchema" targetNamespace="http://www.iec.ch
    /61850/2003/SCL" elementFormDefault="qualified"
    attributeFormDefault="unqualified" version="1.4">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation xml:lang="en">COPYRIGHT IEC, 2005. Version
            1.4. Release 2005/09/11.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

</xs:annotation>
<xs:include schemaLocation="SCL_BaseSimpleTypes.xsd"/>
<xs:simpleType name="tPredefinedPTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="IP"/>
    <xs:enumeration value="IP-SUBNET"/>
    <xs:enumeration value="IP-GATEWAY"/>
    <xs:enumeration value="OSI-NSAP"/>
    <xs:enumeration value="OSI-TSEL"/>
    <xs:enumeration value="OSI-SSEL"/>
    <xs:enumeration value="OSI-PSEL"/>
    <xs:enumeration value="OSI-AP-Title"/>
    <xs:enumeration value="OSI-AP-Invoke"/>
    <xs:enumeration value="OSI-AE-Qualifier"/>
    <xs:enumeration value="OSI-AE-Invoke"/>
    <xs:enumeration value="MAC-Address"/>
    <xs:enumeration value="APPID"/>
    <xs:enumeration value="VLAN-PRIORITY"/>
    <xs:enumeration value="VLAN-ID"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionPTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:normalizedString">
    <xs:pattern value="\p{Lu}[\d,\p{L},\-]*"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPTypeEnum">
  <xs:union memberTypes="tPredefinedPTypeEnum
    tExtensionPTypeEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedAttributeNameEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="T"/>
    <xs:enumeration value="Test"/>
    <xs:enumeration value="Check"/>
    <xs:enumeration value="SIUnit"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

        <xs:enumeration value="Oper"/>
        <xs:enumeration value="SB0"/>
        <xs:enumeration value="SB0w"/>
        <xs:enumeration value="Cancel"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionAttributeNameEnum">
    <xs:restriction base="tRestrName1stL"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tAttributeNameEnum">
    <xs:union memberTypes="tPredefinedAttributeNameEnum
        tExtensionAttributeNameEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedCommonConductingEquipmentEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="CBR"/>
        <xs:enumeration value="DIS"/>
        <xs:enumeration value="VTR"/>
        <xs:enumeration value="CTR"/>
        <xs:enumeration value="GEN"/>
        <xs:enumeration value="CAP"/>
        <xs:enumeration value="REA"/>
        <xs:enumeration value="CON"/>
        <xs:enumeration value="MOT"/>
        <xs:enumeration value="EFN"/>
        <xs:enumeration value="PSH"/>
        <xs:enumeration value="BAT"/>
        <xs:enumeration value="BSH"/>
        <xs:enumeration value="CAB"/>
        <xs:enumeration value="GIL"/>
        <xs:enumeration value="LIN"/>
        <xs:enumeration value="RRC"/>
        <xs:enumeration value="SAR"/>
        <xs:enumeration value="TCF"/>
        <xs:enumeration value="TCR"/>
        <xs:enumeration value="IFL"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionEquipmentEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="E\p{Lu}*" />
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tCommonConductingEquipmentEnum">
    <xs:union memberTypes="
        tPredefinedCommonConductingEquipmentEnum
        tExtensionEquipmentEnum" />
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPowerTransformerEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="PTR" />
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tTransformerWindingEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="PTW" />
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedEquipmentEnum">
    <xs:union memberTypes="tCommonConductingEquipmentEnum
        tPowerTransformerEnum tTransformerWindingEnum" />
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tEquipmentEnum">
    <xs:union memberTypes="tPredefinedEquipmentEnum
        tExtensionEquipmentEnum" />
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedGeneralEquipmentEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="AXN" />
        <xs:enumeration value="BAT" />
        <xs:enumeration value="MOT" />
    </xs:restriction>

```

```

</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionGeneralEquipmentEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="E\p{Lu}*" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tGeneralEquipmentEnum">
  <xs:union memberTypes="tPredefinedGeneralEquipmentEnum
    tExtensionGeneralEquipmentEnum" />
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tServiceSettingsEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="Dyn" />
    <xs:enumeration value="Conf" />
    <xs:enumeration value="Fix" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPhaseEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="A" />
    <xs:enumeration value="B" />
    <xs:enumeration value="C" />
    <xs:enumeration value="N" />
    <xs:enumeration value="all" />
    <xs:enumeration value="none" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tAuthenticationEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="none" />
    <xs:enumeration value="password" />
    <xs:enumeration value="week" />
    <xs:enumeration value="strong" />
    <xs:enumeration value="certificate" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

<xs:simpleType name="tAssociationKindEnum">
  <xs:restriction base="xs:token">
    <xs:enumeration value="pre-established"/>
    <xs:enumeration value="predefined"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tLPHDEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="LPHD"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tLLNOEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="LLNO"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupAEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="A[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="ANCR"/>
    <xs:enumeration value="ARCO"/>
    <xs:enumeration value="ATCC"/>
    <xs:enumeration value="AVCO"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupCEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="C[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="CILO"/>
    <xs:enumeration value="CSWI"/>
    <xs:enumeration value="CALH"/>
    <xs:enumeration value="CCGR"/>
    <xs:enumeration value="CPOW"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupFEnum">

```



```

<xs:restriction base="xs:Name">
  <xs:pattern value="F[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="FCNT"/>
    <xs:enumeration value="FCSD"/>
    <xs:enumeration value="FFIL"/>
    <xs:enumeration value="FLIM"/>
    <xs:enumeration value="FPID"/>
    <xs:enumeration value="FRMP"/>
    <xs:enumeration value="FSPT"/>
    <xs:enumeration value="FXOT"/>
    <xs:enumeration value="FXUT"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupGEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="G[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="GAPC"/>
    <xs:enumeration value="GGIO"/>
    <xs:enumeration value="GSAL"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupHEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="H[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="HBRG"/>
    <xs:enumeration value="HCOM"/>
    <xs:enumeration value="HDAM"/>
    <xs:enumeration value="HDLS"/>
    <xs:enumeration value="HGPI"/>
    <xs:enumeration value="HGTE"/>
    <xs:enumeration value="HITG"/>
    <xs:enumeration value="HJCL"/>
    <xs:enumeration value="HLKG"/>
    <xs:enumeration value="HLVL"/>
    <xs:enumeration value="HMBR"/>
    <xs:enumeration value="HNDL"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

        <xs:enumeration value="HNHD"/>
        <xs:enumeration value="HOTP"/>
        <xs:enumeration value="HRES"/>
        <xs:enumeration value="HSEQ"/>
        <xs:enumeration value="HSPD"/>
        <xs:enumeration value="HUNT"/>
        <xs:enumeration value="HWCL"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupIEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="I[A-Z]*/>
        <xs:enumeration value="IHMI"/>
        <xs:enumeration value="IARC"/>
        <xs:enumeration value="ITCI"/>
        <xs:enumeration value="ITMI"/>
        <xs:enumeration value="ISAF"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupKEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="K[A-Z]*/>
        <xs:enumeration value="KFAN"/>
        <xs:enumeration value="KFIL"/>
        <xs:enumeration value="KPMP"/>
        <xs:enumeration value="KTNK"/>
        <xs:enumeration value="KVLV"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupMEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="M[A-Z]*/>
        <xs:enumeration value="MMXU"/>
        <xs:enumeration value="MDIF"/>
        <xs:enumeration value="MENV"/>
        <xs:enumeration value="MHAI"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

        <xs:enumeration value="MHAN"/>
        <xs:enumeration value="MHYD"/>
        <xs:enumeration value="MMDC"/>
        <xs:enumeration value="MMET"/>
        <xs:enumeration value="MMTR"/>
        <xs:enumeration value="MMXN"/>
        <xs:enumeration value="MSQI"/>
        <xs:enumeration value="MSTA"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupPEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="P[A-Z]*"/>
        <xs:enumeration value="PDIF"/>
        <xs:enumeration value="PDIS"/>
        <xs:enumeration value="PDIR"/>
        <xs:enumeration value="PDOP"/>
        <xs:enumeration value="PDUP"/>
        <xs:enumeration value="PFRG"/>
        <xs:enumeration value="PHAR"/>
        <xs:enumeration value="PHIZ"/>
        <xs:enumeration value="PIOC"/>
        <xs:enumeration value="PMRI"/>
        <xs:enumeration value="PMSS"/>
        <xs:enumeration value="POPF"/>
        <xs:enumeration value="PPAM"/>
        <xs:enumeration value="PRTR"/>
        <xs:enumeration value="PSCH"/>
        <xs:enumeration value="PSDE"/>
        <xs:enumeration value="PTEF"/>
        <xs:enumeration value="PTHF"/>
        <xs:enumeration value="PTOC"/>
        <xs:enumeration value="PTOF"/>
        <xs:enumeration value="PTOV"/>
        <xs:enumeration value="PTRC"/>
        <xs:enumeration value="PTTR"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

        <xs:enumeration value="PTUC"/>
        <xs:enumeration value="PTUV"/>
        <xs:enumeration value="PUPF"/>
        <xs:enumeration value="PTUF"/>
        <xs:enumeration value="PVOC"/>
        <xs:enumeration value="PVPH"/>
        <xs:enumeration value="PZSU"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupREnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="R[A-Z]*/>
        <xs:enumeration value="RSYN"/>
        <xs:enumeration value="RDRE"/>
        <xs:enumeration value="RADR"/>
        <xs:enumeration value="RBDR"/>
        <xs:enumeration value="RDRS"/>
        <xs:enumeration value="RBRF"/>
        <xs:enumeration value="RDIR"/>
        <xs:enumeration value="RFLO"/>
        <xs:enumeration value="RPSB"/>
        <xs:enumeration value="RREC"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupSEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:pattern value="S[A-Z]*/>
        <xs:enumeration value="SARC"/>
        <xs:enumeration value="SIMG"/>
        <xs:enumeration value="SIML"/>
        <xs:enumeration value="SPDC"/>
        <xs:enumeration value="STMP"/>
        <xs:enumeration value="SVBR"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupTEnum">

```

```

<xs:restriction base="xs:Name">
  <xs:pattern value="T[A-Z]*/>
  <xs:enumeration value="TCTR"/>
  <xs:enumeration value="TVTR"/>
  <xs:enumeration value="TANG"/>
  <xs:enumeration value="TAXD"/>
  <xs:enumeration value="TDIS"/>
  <xs:enumeration value="TFLW"/>
  <xs:enumeration value="TFRQ"/>
  <xs:enumeration value="THUM"/>
  <xs:enumeration value="TLEV"/>
  <xs:enumeration value="TMGF"/>
  <xs:enumeration value="TPOS"/>
  <xs:enumeration value="TPRS"/>
  <xs:enumeration value="TRTN"/>
  <xs:enumeration value="TSND"/>
  <xs:enumeration value="TTMP"/>
  <xs:enumeration value="TTNS"/>
  <xs:enumeration value="TVBR"/>
  <xs:enumeration value="TWPH"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupXEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="X[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="XCBR"/>
    <xs:enumeration value="XSWI"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupYEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="Y[A-Z]*/>
    <xs:enumeration value="YPTR"/>
    <xs:enumeration value="YEFN"/>
    <xs:enumeration value="YLTC"/>
    <xs:enumeration value="YPSH"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNGroupZEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="Z[A-Z]*"/>
    <xs:enumeration value="ZAXN"/>
    <xs:enumeration value="ZBAT"/>
    <xs:enumeration value="ZBSH"/>
    <xs:enumeration value="ZCAB"/>
    <xs:enumeration value="ZCAP"/>
    <xs:enumeration value="ZCON"/>
    <xs:enumeration value="ZGEN"/>
    <xs:enumeration value="ZGIL"/>
    <xs:enumeration value="ZLIN"/>
    <xs:enumeration value="ZMOT"/>
    <xs:enumeration value="ZREA"/>
    <xs:enumeration value="ZRRRC"/>
    <xs:enumeration value="ZSAR"/>
    <xs:enumeration value="ZTCF"/>
    <xs:enumeration value="ZTCR"/>
    <xs:enumeration value="ZRES"/>
    <xs:enumeration value="ZSCR"/>
    <xs:enumeration value="ZSMC"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tDomainLNEnum">
  <xs:union memberTypes="tDomainLNGroupAEnum tDomainLNGroupCEnum
    tDomainLNGroupFEnum tDomainLNGroupGEnum
    tDomainLNGroupHEnum tDomainLNGroupIEnum
    tDomainLNGroupKEnum tDomainLNGroupMEnum
    tDomainLNGroupPEnum tDomainLNGroupREnum
    tDomainLNGroupSEnum tDomainLNGroupTEnum
    tDomainLNGroupXEnum tDomainLNGroupYEnum
    tDomainLNGroupZEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedLNClassEnum">

```

```

    <xs:union memberTypes="tLPHDEnum tLLNOEnum tDomainLNEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionLNClassEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:minLength value="1"/>
        <xs:pattern value="\p{Lu}+"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tLNClassEnum">
    <xs:union memberTypes="tPredefinedLNClassEnum
        tExtensionLNClassEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedCDCEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="SPS"/>
        <xs:enumeration value="DPS"/>
        <xs:enumeration value="INS"/>
        <xs:enumeration value="ACT"/>
        <xs:enumeration value="ACD"/>
        <xs:enumeration value="SEC"/>
        <xs:enumeration value="BCR"/>
        <xs:enumeration value="MV"/>
        <xs:enumeration value="CMV"/>
        <xs:enumeration value="SAV"/>
        <xs:enumeration value="WYE"/>
        <xs:enumeration value="DEL"/>
        <xs:enumeration value="SEQ"/>
        <xs:enumeration value="HMV"/>
        <xs:enumeration value="HWYE"/>
        <xs:enumeration value="HDEL"/>
        <xs:enumeration value="SPC"/>
        <xs:enumeration value="DPC"/>
        <xs:enumeration value="INC"/>
        <xs:enumeration value="BSC"/>
        <xs:enumeration value="ISC"/>
        <xs:enumeration value="APC"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

        <xs:enumeration value="SPG"/>
        <xs:enumeration value="ING"/>
        <xs:enumeration value="ASG"/>
        <xs:enumeration value="CURVE"/>
        <xs:enumeration value="DPL"/>
        <xs:enumeration value="LPL"/>
        <xs:enumeration value="CSD"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionCDCEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:minLength value="1"/>
        <xs:pattern value="\p{Lu}+"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tCDCEnum">
    <xs:union memberTypes="tPredefinedCDCEnum tExtensionCDCEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tTrgOptEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="dchg"/>
        <xs:enumeration value="qchg"/>
        <xs:enumeration value="dupd"/>
        <xs:enumeration value="none"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tTrgOptControlEnum">
    <xs:restriction base="xs:Name">
        <xs:enumeration value="dchg"/>
        <xs:enumeration value="qchg"/>
        <xs:enumeration value="dupd"/>
        <xs:enumeration value="period"/>
        <xs:enumeration value="none"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tFCEnum">

```



```

<xs:restriction base="xs:Name">
  <xs:enumeration value="ST"/>
  <xs:enumeration value="MX"/>
  <xs:enumeration value="CO"/>
  <xs:enumeration value="SP"/>
  <xs:enumeration value="SG"/>
  <xs:enumeration value="SE"/>
  <xs:enumeration value="SV"/>
  <xs:enumeration value="CF"/>
  <xs:enumeration value="DC"/>
  <xs:enumeration value="EX"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tServiceFCEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="SG"/>
    <xs:enumeration value="BR"/>
    <xs:enumeration value="RP"/>
    <xs:enumeration value="LG"/>
    <xs:enumeration value="GO"/>
    <xs:enumeration value="GS"/>
    <xs:enumeration value="MS"/>
    <xs:enumeration value="US"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tPredefinedBasicTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="BOOLEAN"/>
    <xs:enumeration value="INT8"/>
    <xs:enumeration value="INT16"/>
    <xs:enumeration value="INT24"/>
    <xs:enumeration value="INT32"/>
    <xs:enumeration value="INT128"/>
    <xs:enumeration value="INT8U"/>
    <xs:enumeration value="INT16U"/>
    <xs:enumeration value="INT24U"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

    <xs:enumeration value="INT32U"/>
    <xs:enumeration value="FLOAT32"/>
    <xs:enumeration value="FLOAT64"/>
    <xs:enumeration value="Enum"/>
    <xs:enumeration value="Dbpos"/>
    <xs:enumeration value="Tcmd"/>
    <xs:enumeration value="Quality"/>
    <xs:enumeration value="Timestamp"/>
    <xs:enumeration value="VisString32"/>
    <xs:enumeration value="VisString64"/>
    <xs:enumeration value="VisString129"/>
    <xs:enumeration value="VisString255"/>
    <xs:enumeration value="Octet64"/>
    <xs:enumeration value="Struct"/>
    <xs:enumeration value="EntryTime"/>
    <xs:enumeration value="Unicode255"/>
    <xs:enumeration value="Check"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tExtensionBasicTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:pattern value="\p{Lu}[\p{L},\d]*"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tBasicTypeEnum">
  <xs:union memberTypes="tPredefinedBasicTypeEnum
    tExtensionBasicTypeEnum"/>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tValKindEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="Spec"/>
    <xs:enumeration value="Conf"/>
    <xs:enumeration value="R0"/>
    <xs:enumeration value="Set"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

<xs:simpleType name="tGSEControlTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:Name">
    <xs:enumeration value="GSSE"/>
    <xs:enumeration value="GOOSE"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tSIUnitEnum">
  <xs:restriction base="xs:token">
    <xs:enumeration value="none"/>
    <xs:enumeration value="m"/>
    <xs:enumeration value="kg"/>
    <xs:enumeration value="s"/>
    <xs:enumeration value="A"/>
    <xs:enumeration value="K"/>
    <xs:enumeration value="mol"/>
    <xs:enumeration value="cd"/>
    <xs:enumeration value="deg"/>
    <xs:enumeration value="rad"/>
    <xs:enumeration value="sr"/>
    <xs:enumeration value="Gy"/>
    <xs:enumeration value="q"/>
    <xs:enumeration value="Å°C"/>
    <xs:enumeration value="Sv"/>
    <xs:enumeration value="F"/>
    <xs:enumeration value="C"/>
    <xs:enumeration value="S"/>
    <xs:enumeration value="H"/>
    <xs:enumeration value="V"/>
    <xs:enumeration value="ohm"/>
    <xs:enumeration value="J"/>
    <xs:enumeration value="N"/>
    <xs:enumeration value="Hz"/>
    <xs:enumeration value="lx"/>
    <xs:enumeration value="Lm"/>
    <xs:enumeration value="Wb"/>
    <xs:enumeration value="T"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

<xs:enumeration value="W"/>
<xs:enumeration value="Pa"/>
<xs:enumeration value="m^2"/>
<xs:enumeration value="m^3"/>
<xs:enumeration value="m/s"/>
<xs:enumeration value="m/s^2"/>
<xs:enumeration value="m^3/s"/>
<xs:enumeration value="m/m^3"/>
<xs:enumeration value="M"/>
<xs:enumeration value="kg/m^3"/>
<xs:enumeration value="m^2/s"/>
<xs:enumeration value="W/m K"/>
<xs:enumeration value="J/K"/>
<xs:enumeration value="ppm"/>
<xs:enumeration value="s^-1"/>
<xs:enumeration value="rad/s"/>
<xs:enumeration value="VA"/>
<xs:enumeration value="Watts"/>
<xs:enumeration value="VAr"/>
<xs:enumeration value="phi"/>
<xs:enumeration value="cos_phi"/>
<xs:enumeration value="Vs"/>
<xs:enumeration value="V^2"/>
<xs:enumeration value="As"/>
<xs:enumeration value="A^2"/>
<xs:enumeration value="A^2 s"/>
<xs:enumeration value="VAh"/>
<xs:enumeration value="Wh"/>
<xs:enumeration value="VArh"/>
<xs:enumeration value="V/Hz"/>
<xs:enumeration value="b/s"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="tUnitMultiplierEnum">
  <xs:restriction base="xs:normalizedString">
    <xs:enumeration value=""/>

```

```
<xs:enumeration value="m"/>
<xs:enumeration value="k"/>
<xs:enumeration value="M"/>
<xs:enumeration value="mu"/>
<xs:enumeration value="y"/>
<xs:enumeration value="z"/>
<xs:enumeration value="a"/>
<xs:enumeration value="f"/>
<xs:enumeration value="p"/>
<xs:enumeration value="n"/>
<xs:enumeration value="c"/>
<xs:enumeration value="d"/>
<xs:enumeration value="da"/>
<xs:enumeration value="h"/>
<xs:enumeration value="G"/>
<xs:enumeration value="T"/>
<xs:enumeration value="P"/>
<xs:enumeration value="E"/>
<xs:enumeration value="Z"/>
<xs:enumeration value="Y"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>
```

---

# Apéndice B

## Archivos SCL complementarios

### B.1. Profundidad completa del elemento *Substation*

Código fuente B.1: Elemento *Substation* con profundidad completa

```
<Substation desc="" name="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst=""
    lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
  </LNode>
  <PowerTransformer desc="" name="" type="PTR" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
```

```

    <ANY-ELEMENT/>
</Text>
<Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
</Private>
<LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
    ="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</LNode>
<TransformerWinding desc="" name="" type="PTW" virtual="false
    ">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
    <Terminal bayName="" cNodeName="" connectivityNode="" desc
        ="" name="" substationName="" voltageLevelName="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>

```

```

    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
  </Terminal>
  <SubEquipment desc="" name="" phase="none" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
      lnInst="" lnType="" prefix="">
      <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Text>
      <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Private>
    </LNode>
  </SubEquipment>
  <TapChanger desc="" name="" type="LTC" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
      lnInst="" lnType="" prefix="">
      <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Text>
      <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Private>
    </LNode>
  </TapChanger>

```



```

        </LNode>
    </TapChanger>
</TransformerWinding>
</PowerTransformer>
<GeneralEquipment desc="" name="" type="AXN" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
        ="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</GeneralEquipment>
<VoltageLevel desc="" name="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
        ="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</VoltageLevel>

```

```

</LNode>
<PowerTransformer desc="" name="" type="PTR" virtual="false">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
  lnInst="" lnType="" prefix="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
</LNode>
<TransformerWinding desc="" name="" type="PTW" virtual="
  false">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
  lnInst="" lnType="" prefix="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
</LNode>
<Terminal bayName="" cNodeName="" connectivityNode="" desc
  ="" name="" substationName="" voltageLevelName="">

```

```

<Text source="http://tempuri.org">
  <ANY-ELEMENT/>
</Text>
<Private source="http://tempuri.org" type="">
  <ANY-ELEMENT/>
</Private>
</Terminal>
<SubEquipment desc="" name="" phase="none" virtual="false"
">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
    lnInst="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
  </LNode>
</SubEquipment>
<TapChanger desc="" name="" type="LTC" virtual="false">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
    lnInst="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
  </LNode>
</TapChanger>

```

```

        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</TapChanger>
</TransformerWinding>
</PowerTransformer>
<GeneralEquipment desc="" name="" type="AXN" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</GeneralEquipment>
<Voltage multiplier="" unit="V">0.0</Voltage>
<Bay desc="" name="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">

```

```

        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</LNode>
<PowerTransformer desc="" name="" type="PTR" virtual="false
">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
<LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
    lnInst="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</LNode>
<TransformerWinding desc="" name="" type="PTW" virtual="
false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
<LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
    lnInst="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>

```

```

    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</LNode>
<Terminal bayName="" cNodeName="" connectivityNode=""
    desc="" name="" substationName="" voltageLevelName
    ="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</Terminal>
<SubEquipment desc="" name="" phase="none" virtual="
    false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</SubEquipment>
<TapChanger desc="" name="" type="LTC" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>

```

```

    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
      lnInst="" lnType="" prefix="">
      <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Text>
      <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
      </Private>
    </LNode>
  </TapChanger>
</TransformerWinding>
</PowerTransformer>
<GeneralEquipment desc="" name="" type="AXN" virtual="false
">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
    lnInst="" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
  </LNode>
</GeneralEquipment>
<ConductingEquipment desc="" name="" type="CBR" virtual="
false">
  <Text source="http://tempuri.org">

```

```

        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
    <Terminal bayName="" cNodeName="" connectivityNode="" desc
        ="" name="" substationName="" voltageLevelName="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </Terminal>
    <SubEquipment desc="" name="" phase="none" virtual="false
        ">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>

```



```

        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</SubEquipment>
</ConductingEquipment>
<ConnectivityNode desc="" name="" pathName="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</ConnectivityNode>
</Bay>
</VoltageLevel>
<Function desc="" name="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
        ="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>

```

```

</Text>
<Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
</Private>
</LNode>
<SubFunction desc="" name="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
    <GeneralEquipment desc="" name="" type="AXN" virtual="false
        ">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
            lnInst="" lnType="" prefix="">
            <Text source="http://tempuri.org">
                <ANY-ELEMENT/>
            </Text>
            <Private source="http://tempuri.org" type="">
                <ANY-ELEMENT/>
            </Private>
        </LNode>
    </GeneralEquipment>

```

```

        </Private>
    </LNode>
</GeneralEquipment>
</SubFunction>
<GeneralEquipment desc="" name="" type="AXN" virtual="false">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <LNode desc="" iedName="None" ldInst="" lnClass="LPHD"
        lnInst="" lnType="" prefix="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
    </LNode>
</GeneralEquipment>
</Function>
</Substation>

```

---

## B.2. Profundidad completa del elemento *IED*

### Código fuente B.2: Elemento *IED* con profundidad completa

```

<IED configVersion="" desc="" manufacturer="" name="" type="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</Services>

```

```

<DynAssociation/>
<SettingGroups>
    <SGEdit/>
    <ConfSG/>
</SettingGroups>
<GetDirectory/>
<GetDataObjectDefinition/>
<DataObjectDirectory/>
<GetDataSetValue/>
<SetDataSetValue/>
<DataSetDirectory/>
<ConfDataSet max="0" maxAttributes="0" modify="true"/>
<DynDataSet max="0" maxAttributes="0" xsi:type="
    tServiceWithMaxAndMaxAttributes"/>
<ReadWrite/>
<TimerActivatedControl/>
<ConfReportControl max="0" xsi:type="tServiceWithMax"/>
<GetCBValues/>
<ConfLogControl max="0" xsi:type="tServiceWithMax"/>
<ReportSettings bufTime="Fix" cbName="Fix" datSet="Fix" intgPd
    ="Fix" optFields="Fix" rptID="Fix" trgOps="Fix"/>
<LogSettings cbName="Fix" datSet="Fix" intgPd="Fix" logEna="
    Fix" trgOps="Fix"/>
<GSSESettings appID="Fix" cbName="Fix" datSet="Fix" dataLabel="
    Fix"/>
<SMVSettings cbName="Fix" datSet="Fix" optFields="Fix"
    smpRate2="Fix" svID="Fix">
    <SmpRate1>0.0</SmpRate1>
</SMVSettings>
<GSSEDir/>
<GOOSE max="0" xsi:type="tServiceWithMax"/>
<GSSE max="0" xsi:type="tServiceWithMax"/>
<FileHandling/>
<ConfLNs fixLnInst="false" fixPrefix="false"/>
<ClientServices bufReport="false" goose="false" gsse="false"
    readLog="false" unbufReport="false"/>

```

```

</Services>
<AccessPoint clock="false" desc="" name="" router="false">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<Server desc="" timeout="30">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<Authentication certificate="false" none="true" password="
  false" strong="false" weak="false"/>
<LDevice desc="" inst="" ldName="Name">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<LN0 desc="" inst="" lnClass="LLN0" lnType="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
<DataSet desc="" name="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">

```

```

        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <FCDA daName="" doName="" fc="ST" ldInst="" lnClass="
        LPHD" lnInst="" prefix=""/>
</DataSet>
<ReportControl bufTime="0" buffered="false" confRev="0"
    datSet="" desc="" intgPd="0" name="" rptID="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <TrgOps dchg="false" dupd="false" period="false" qchg
        ="false"/>
    <OptFields bufOvfl="false" configRef="false" dataRef="
        false" dataSet="false" entryID="false" reasonCode
        ="false" seqNum="false" timeStamp="false"/>
    <RptEnabled desc="" max="1">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <ClientLN iedName="" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
            =" " prefix=""/>
    </RptEnabled>
</ReportControl>
<LogControl datSet="" desc="" intgPd="0" logEna="true"
    logName="" name="" reasonCode="true">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>

```

```

</Private>
<TrgOps dchg="false" dupd="false" period="false" qchg
      ="false"/>
</LogControl>
<DOI accessControl="" desc="" ix="0" name="Name">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <SDI desc="" ix="0" name="T">
    <Text source="http://tempuri.org">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
      <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <SDI desc="" ix="0" name="T"/>
  </SDI>
</DOI>
<Inputs desc="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <ExtRef daName="" doName="" iedName="" intAddr=""
        ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst="" prefix=""/>
</Inputs>
<GSEControl appID="" confRev="0" datSet="" desc="" name
      ="" type="GOOSE">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>

```

```

    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <IEDName>IEDName</IEDName>
</GSEControl>
<SampledValueControl confRev="0" datSet="" desc=""
    multicast="true" name="" nofASDU="0" smpRate="0"
    smvID="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <IEDName>IEDName</IEDName>
    <SmvOpts dataSet="false" refreshTime="false"
        sampleRate="false" sampleSynchronized="true"
        security="false"/>
</SampledValueControl>
<SettingControl actSG="1" desc="" numOfSGs="0">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</SettingControl>
<SCLControl desc="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
</SCLControl>
<Log>

```



```

        <ANY-ELEMENT/>
    </Log>
</LN0>
<LN desc="" inst="0" lnClass="LPHD" lnType="" prefix="">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <DataSet desc="" name="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <FCDA daName="" doName="" fc="ST" ldInst="" lnClass="
            LPHD" lnInst="" prefix=""/>
    </DataSet>
    <ReportControl bufTime="0" buffered="false" confRev="0"
        datSet="" desc="" intgPd="0" name="" rptID="">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <TrgOps dchg="false" dupd="false" period="false" qchg
            ="false"/>
        <OptFields bufOvfl="false" configRef="false" dataRef="
            false" dataSet="false" entryID="false" reasonCode
            ="false" seqNum="false" timeStamp="false"/>
    <RptEnabled desc="" max="1">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>

```

```

        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <ClientLN iedName="" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst
            ="" prefix=""/>
    </RptEnabled>
</ReportControl>
<LogControl datSet="" desc="" intgPd="0" logEna="true"
    logName="" name="" reasonCode="true">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <TrgOps dchg="false" dupd="false" period="false" qchg
        ="false"/>
</LogControl>
<DOI accessControl="" desc="" ix="0" name="Name">
    <Text source="http://tempuri.org">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Text>
    <Private source="http://tempuri.org" type="">
        <ANY-ELEMENT/>
    </Private>
    <SDI desc="" ix="0" name="T">
        <Text source="http://tempuri.org">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Text>
        <Private source="http://tempuri.org" type="">
            <ANY-ELEMENT/>
        </Private>
        <SDI desc="" ix="0" name="T"/>
    </SDI>
</DOI>

```

```

<Inputs desc="">
  <Text source="http://tempuri.org">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Text>
  <Private source="http://tempuri.org" type="">
    <ANY-ELEMENT/>
  </Private>
  <ExtRef daName="" doName="" iedName="" intAddr=""
    ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst="" prefix=""/>
</Inputs>
</LN>
<AccessControl>
  <ANY-ELEMENT/>
</AccessControl>
</LDevice>
<Association associationID="" iedName="" kind="pre-
  established" ldInst="" lnClass="LPHD" lnInst="" prefix
  =""/>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>

```

---

# Apéndice C

## Datos estadísticos de ICDs disponibles en el mercado

En este apéndice se muestran las estadísticas de aspectos relevantes de 178 ICDs correspondientes a IEDs de 5 fabricantes. Estos ICDs se han obtenido en noviembre del 2010, y no se ha incluido ningún ICD ficticio.

Utilizando los 178 ICDs se pudo crear una base de datos de ICDs. A través del lenguaje de programación *Python 2.6* el autor de este trabajo ha consultado la base de datos, y ha generado las tablas que se visualizan en este capítulo.

### C.1. Servicios de comunicación disponibles en el la base de datos

IED - Servicios implementados en el mercado	
Servicio ACSI	Cantidad de IEDs que lo implementan
GetDirectory	178
ConfReportControl	63
FileHandling	119

Tabla C.1: Servicios implementados en el mercado

IED - Servicios implementados en el mercado	
Servicio ACSI	Cantidad de IEDs que lo implementan
GSSE	1
ConfDataSet	156
GetDataSetValue	178
SetDataSetValue	59
GetCBValues	178
ReadWrite	178
GetDataObjectDefinition	178
ConfLNs	175
DataSetDirectory	177
TimerActivatedControl	1
ReportSettings	177
DynAssociation	178
GSEDir	1
ConfLogControl	1
DynDataSet	2
GOOSE	177
DataObjectDirectory	178
GSESettings	173

Tabla C.2: Servicios implementados en el mercado

## C.2. Nodos lógicos disponibles en la base de datos

IED - Nodos lógicos implementados en el mercado	
LNCClass	Cantidad de instancias encontradas en la base de datos
ZMOT	2
RADR	15
POPF	22
CSWI	343
PTUC	50
RDIR	151
RDRE	121
PHAR	65
SCBC	1
GAIO	4
PZSU	10
PFRC	205
CILO	123
RCCF	1
PDCF	1
PSOF	94
ZAXN	6
TVTR	2
RCLP	1
RFLO	91
RBRF	266
PTUF	392
MSQI	210

Tabla C.3: Nodos lógicos implementados en el mercado

IED - Nodos lógicos implementados en el mercado	
LNCClass	Cantidad de instancias encontradas en la base de datos
PIOC	783
MMTR	37
MTHE	10
MSTA	238
PVOC	6
PPWR	20
RCLI	20
GGIO	2521
PEFI	3
PTUV	451
XSWI	368
LPHD	846
PHIZ	2
XCBR	325
RTTR	40
MMOT	1
PSDE	20
MDIF	3
PLMP	1
PDUP	122
SIMG	6
XBCF	1
PTOV	785
RREC	72
PDIF	278

Tabla C.4: Nodos lógicos implementados en el mercado

IED - Nodos lógicos implementados en el mercado	
LNCClass	Cantidad de instancias encontradas en la base de datos
TCTR	3
RVCS	5
YPTR	1
MTHR	15
PTTR	211
RBDR	80
PVPH	46
PMSS	17
PMRI	27
MMXU	415
PTAF	24
RPSB	250
PDMP	3
PDIS	447
PPAM	3
PTOF	352
PDOP	126
PTOC	2657
PTRC	433
CALH	4
RSYN	95
PSCH	159
MTHI	13
PVSP	1
MMXN	91

Tabla C.5: Nodos lógicos implementados en el mercado



IED - Nodos lógicos implementados en el mercado	
LNClass	Cantidad de instancias encontradas en la base de datos
PTEF	20
MTHM	3
MDST	28
ZBAT	9

Tabla C.6: Nodos lógicos implementados en el mercado

# Bibliografía

- [1] IEC-TC57, *IEC 61850-6: Communication networks and systems in substations - Part 6 - Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2004-03, 2004.
- [2] O. M. G. <sup>TM</sup>, *Unified Modeling Language*, OMG Std., Rev. 2.2, 2009.
- [3] J. M. Dukert, *Energy*, 1st ed. Westport, Connecticut. London: Greenwood Publishing Group, 2009.
- [4] S. Santoso, J. Lamoree, W. Grady, and E. B. Powers, “S.c. a scalable pq events identification system,” *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 15, no. 2, pp. 738 – 743, Apr 2000.
- [5] K. Schwarz, “Iec 61850 also outside the substation for the whole electrical power system,” *Power Systems Computation Conference (PSCC)*, 2005.
- [6] Smart grid vehicle - putting iec61850-7-420 on wheels - svg. German Section of the International Solar Energy Society. [Online]. Available: <http://www.smartgridvehicle.org/>
- [7] IEC-TC57: Power systems management and associated information exchange, *IEC 61850-7-2: Communication networks and systems in substations - Part 7-2 - Basic communication structure Abstract communication service interface (ACSI)*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-05, 2003.
- [8] —, *IEC 61850-7-410: Communication networks and systems in substations - Part 7-410 - Hydroelectric power plants - Communication for monitoring and control*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2007-08, 2007.
- [9] —, *IEC 61850-8-1: Communication networks and systems in substations - Part 8-1 - Specific communication service mapping (SCSM) Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2004-05, 2004.
- [10] IEC-TC3, *Preparation of documents used in electrotechnology - Part 1: General requirements*, IEC Std., 2004.
- [11] Athena at mit. Massachusetts Institute of Technology. [Online]. Available: <http://ist.mit.edu/services/athena>

- [12] B. Kruimer, “Substation automation. historical overview,” *IEC Seminar*, 2003.
- [13] R. Mackiewicz, “Technical overview and benefits of the iec 61850 standard for substation automation,” in *PSCE '06: Power Systems Conference and Exposition*, 2006, pp. 623–630.
- [14] IEC-TC57, “Iec 61850-1: Communication networks and systems in substations - part 1 - introduction and overview,” IEC, Tech. Rep., 2003.
- [15] C. R. Ozansoy, A. Zayegh, and A. Kalam, “The application-view model of the international standard IEC 61850,” *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 24, pp. 1132–1139, Jul. 2009.
- [16] H. Levy, *Capability Based Computer Systems*. Bedford, MA: Digital Press, 1984.
- [17] M. Shaw, “Abstraction techniques in modern programming languages,” *IEEE Software*, vol. 1, pp. 10–26, 1984.
- [18] IEC-TC57: Power systems management and associated information exchange, *IEC 61850-7-3: Communication networks and systems in substations - Part 7-3 - Basic communication structure Common data classes*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-05, 2003.
- [19] IEC-TC57, *IEC 61850-5: Communication networks and systems in substations - Part 5 - Communication requirements for functions and device models*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-07, 2003.
- [20] M. Jazayeri, “Objects for distributed systems,” in *OOPSLA/ECOOP '88: Proceedings of the 1988 ACM SIGPLAN workshop on Object-based concurrent programming*. New York, NY, USA: ACM, 1988, pp. 117–119.
- [21] C. R. Ozansoy, A. Zayegh, and A. Kalam, “Object modeling of data and datasets in the international standard iec 61850,” *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 24, pp. 1140–1147, Jul. 2009.
- [22] D. Pérez, R. Ramos, M. López, and L. Aranda, “Experiencia del pty-py con el uso de herramientas de ingeniería iec 61850,” *SESEP - Seminario del Sector Eléctrico Paraguay*, 2010.
- [23] IEC-TC57, “Iec 61850-2: Communication networks and systems in substations - part 2 - glossary,” IEC, Tech. Rep., 2003.
- [24] —, *IEC 61850-3: Communication networks and systems in substations - Part 3 - General requirements*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2002-02, 2002.
- [25] —, *IEC 61850-4: Communication networks and systems in substations - Part 4 - System and project management*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2002-01, 2002.

- [26] IEC-TC57: Power systems management and associated information exchange, *IEC 61850-7-1: Communication networks and systems in substations - Part 7-1 - Basic communication structure Principles and models*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-07, 2003.
- [27] —, *IEC 61850-7-4: Communication networks and systems in substations - Part 7-4 - Basic communication structure Compatible logical node classes and data classes*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-05, 2003.
- [28] —, *IEC 61850-7-420: Communication networks and systems in substations - Part 7-420 - Communications systems for distributed energy resources (DER) - Logical nodes*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2009-03, 2009.
- [29] —, “Iec 61850-7-430: Communication networks and systems in substations - part 7-430 - communication system for distribution feeder and network equipment,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [30] —, “Iec 61850-7-5: Communication networks and systems in substations - part 7-5 - basic communication structure usage of information models for substation automation applications,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [31] —, “Iec 61850-7-500: Communication networks and systems in substations - part 7-500 - use of logical nodes to model functions of a substation automation system,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [32] —, “Iec 61850-7-510: Communication networks and systems in substations - part 7-510 - use of logical nodes to model functions of a hydro power plant,” IEC, Tech. Rep., 2009.
- [33] —, “Iec 61850-7-520: Communication networks and systems in substations - part 7-520 - use of logical nodes to model functions of distributed energy resources,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [34] —, “Iec 61850-7-10: Communication networks and systems in substations - part 7-10 - web-based and structured access to the iec 61850 information models,” IEC, Tech. Rep., 2009.
- [35] —, *IEC 61850-9-1: Communication networks and systems in substations - Part 9-1 - Specific communication service mapping (SCSM) Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2003-05, 2003.
- [36] —, *IEC 61850-9-2: Communication networks and systems in substations - Part 9-2 - Specific communication service mapping (SCSM) Sampled values over ISO/IEC 8802-3*, IEC Std., Rev. IS Ed1:2004-04, 2004.
- [37] —, “Iec 61850-80-1: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - guideline to exchanging information from a cdc-based data model using iec 60870-5-101 or iec 60870-5-104,” IEC, Tech. Rep., 2008.

- [38] —, “Iec 61850-90-1: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - using iec 61850 for the communication between substations,” IEC, Tech. Rep., 2009.
- [39] —, “Iec 61850-90-2: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - using iec 61850 for the communication between substations and control centres,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [40] —, “Iec 61850-90-3: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - using iec 61850 for condition monitoring,” IEC, Tech. Rep., 2004.
- [41] —, “Iec 61850-90-4: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - network engineering guidelines,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [42] —, “Iec 61850-90-5: Communication networks and systems in substations - part 80-1 - using iec 61850 to transmit synchrophasor information according to ieee c37.118,” IEC, Tech. Rep., 2010.
- [43] T. . IEC. (2010) Iec 61850 technical issues. [Online]. Available: <http://www.tissues.iec61850.com/>
- [44] “Central Hidroeléctrica de Itaipu, aspectos destacados de su ingeniería - 1958-60-C8841-E-R0,” Central Hidroeléctrica Itaipu, 2005.
- [45] IEEE, *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*, IEEE Std., 1998.
- [46] IEC, *IEC 61346-1 (1996): Industrial systems, installations and equipment and industrial products Structuring principles and reference designations*, IEC Std., 1996.
- [47] C. H. Itaipu. (2010) Especificaciones técnicas - construcción de las subestaciones villa hayes y semd. [Online]. Available: <http://www2.itaipu.gov.py/LicitaPY/PDF/IA1780-2010%20PLIEGO%20COMPLETO.ZIP>
- [48] S. Microsystems. (1996) The java language specification, third edition. [Online]. Available: [http://java.sun.com/docs/books/jls/third\\_edition/html/j3TOC.html](http://java.sun.com/docs/books/jls/third_edition/html/j3TOC.html)
- [49] K. Schwarz, “Impact of iec 61850 on system engineering, tools, peopleware and the role of the system integrator,” *DistribuTech 2007*, Feb 2007.
- [50] D. A. Carlson, “Semantic models for xml schema with uml tooling,” in *SWESE '06: Proceedings of the 2nd International Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering*, 2006. [Online]. Available: <http://xmlmodeling.com/>
- [51] T. Rentsch, “Object oriented programming,” *SIGPLAN Not.*, vol. 17, no. 9, pp. 51–57, 1982.

- [52] P. G. A., “Elements of object-oriented programming,” *Byte*, vol. 11, no. 8, pp. 139–144, 1986.
- [53] K. Nygaard, “Basic concepts in object oriented programming,” in *Proceedings of the 1986 SIGPLAN workshop on Object-oriented programming*. New York, NY, USA: ACM, 1986, pp. 128–132.
- [54] O. L. Madsen and B. Møller-Pedersen, “What object-oriented programming may be - and what it does not have to be,” in *ECOOOP ’88: Proceedings of the European Conference on Object-Oriented Programming*. London, UK: Springer-Verlag, 1988, pp. 1–20.
- [55] P. Wegner, “Dimensions of object-based language design,” *SIGPLAN Not.*, vol. 22, no. 12, pp. 168–182, 1987.
- [56] L. F. Capretz, “A brief history of the object-oriented approach,” *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 28, no. 2, p. 6, 2003.
- [57] Utility Consulting International (UCI). (2004) Guidelines for implementing substation automation using iec61850, the international power system information modeling standard.
- [58] “Subestación Villa Hayes 500/220/66/23kV - Sector de 500-220kV - Diagrama unifilar simplificado - 6693-DE-15204-E-R0,” Central Hidroeléctrica Itaipu, 2010.
- [59] “Governing Diagram - 52-15-DF-71167-I(1)-R1,” Central Hidroeléctrica Itaipu, 1984.
- [60] “Governing Diagram Description - 52-15-10-71168-I(1)-R1,” Central Hidroeléctrica Itaipu, 1984.
- [61] “Subestación Villa Hayes 500/220/66/23kV - Sistema integrado de supervisión, control y protección - arquitectura general referencial - 6693-DE-15207-E,” Central Hidroeléctrica Itaipu, 2010.