



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GMI/03

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO -12

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO - GMI

IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS GRUPOS DE NÓ LÓGICOS (LN'S), BASEADOS NA IEC 61850, CRIANDO O MÓDULO DE DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO E O DE AÇÕES CORRETIVAS PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE GESTÃO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

T. Manczak(*), M. A. Marin	T. X. Rodrigues, F. A. D. Souza	H.A.P. Silva, D. A. A. Garcia	D. T. R. Vidal	H. M. Wilhelm V. E. Wilhelm	G. F. Aguiar,
COPEL	COPEL	USP	ICT INOVA BRASIL	DIAGNO	UFPR

RESUMO

Este trabalho propõe a criação de novos Grupos de Nó Lógicos (LN Group) e novos Nós Lógicos baseados na IEC 61850, inaugurando dentro da norma um capítulo para compendiar, além de Supervisão e monitoramento, Diagnóstico e Expectativa de Vida Útil de forma a melhor organizar estes temas para modelagens mais avançadas com vistas a Sistemas Integrados de Gestão de Ativos.

PALAVRAS-CHAVE

IEC 61850, Grupos de Nós Lógicos, Diagnóstico, Monitoramento, Gestão de Ativos

1.0 - INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico no desenvolvimento dos circuitos integrados possibilitou o surgimento de novos sistemas de automação em subestações. A automação na distribuição, transmissão e geração de energia avançou passando de uma abordagem semi-automatizada para totalmente autônoma. A realidade governante é a de que cada vez mais os sistemas de geração, transmissão e distribuição do setor elétrico buscarão a minimização da intervenção humana e a maximização da automação remotamente supervisionada. Integrar os sistemas de monitoramento aos dispositivos eletrônicos inteligentes desenvolvidos por diferentes fabricantes, tem sido um dos principais desafios das concessionárias de energia elétrica. A carência de integração entre estes sistemas, contribui para o aumento significativo do retrabalho profissional, o que por sua vez, colabora para uma deficiência na qualidade do fornecimento de energia elétrica. Os dispositivos inteligentes capazes de integrar os sistemas de automação da subestação comunicam-se através de regras de sintaxe e semântica chamadas de protocolo de comunicação. Tais protocolos também foram evoluindo até que se chegou à norma IEC 61850 (1) que visa padronizar as comunicações entre dispositivos em subestações e garantir a interoperabilidade dos mesmos. Este trabalho que é decorrente de projeto de pesquisa e desenvolvimento, entre Copel e USP (P&D Aneel PD 6491-0247/2012), apresenta as implementações em andamento de um modelo de monitoramento de transformadores de transmissão e distribuição para a criação de um sistema de gestão destes ativos, cuja topologia está sendo elaborada com base na IEC 61850. Foram identificadas inexistências na lista da norma de alguns Nós Lógicos (LN) e Grupos de Nós Lógicos, que pudessem contribuir de maneira mais prática, e sem o recurso do uso dos objetos genéricos da norma (GGIO's etc), para caracterizar a modelagem do monitoramento de estado e diagnóstico de transformadores. Paralelamente, este trabalho irá contribuir com uma futura revisão do capítulo da norma que versa sobre monitoramento e supervisão de transformadores (IEC 61850-7-4). Além do mais, irá proporcionar novas funcionalidades normatizadas para modelagem de sistemas de gestão de ativos avançados com base na IEC 61850, uma vez que, o grupo de grandezas destes novos LN's tem aplicação direta em modelagens para avaliação do impacto da degradação do ativo e na avaliação da vida útil dos mesmos. O trabalho propõe a criação de dois novos Grupos de LN's: **(B)** – Diagnóstico da Degradação do Sistema de Isolamento do Transformador; **(E)** – Expectativa de Vida Útil do Sistema de Isolamento de Transformadores. O trabalho também sugere dois novos LN's

para o Grupo (B) e (E) respectivamente: “**Degradação do Sistema de Isolação do Transformador (papel-óleo) - BIOP**, que agrupa *Data Objects* (novos e existentes) para monitoramento da degradação sinérgica do meio isolante sólido (ex.: papel *Kraft*) e do meio isolante líquido (ex.: óleo mineral, óleo vegetal); “**Vida Útil Remanescente do Sistema de Isolação do Transformador**” - **ELTR**, que agrupa *Data Objects* (novos e existentes) para o monitoramento, diagnóstico e gestão da vida útil remanescente da isolação do transformador pelo envelhecimento advindo da ação térmica e da umidade na parte ativa. Todos os *Data Objects*, existentes e criados, possuem sinais de sensores e dispositivos eletrônicos, *online* e/ou *offline*, presentes no sistema implementado na área piloto do projeto.

2.0 - DESENVOLVIMENTO

A maioria dos sistemas se limitam a sensoriar, supervisionar e monitorar, sendo que este projeto tem como objetivo, implementar módulos de prognóstico e diagnóstico (2), indicando níveis de alertas para ações ou grupo de ações a serem tomadas para a recuperação do ativo para as grandezas que indiquem a deterioração dos subsistemas do transformador a níveis críticos. Além disso, o diferencial em relação às soluções tradicionais, são as saídas do sistema de gestão que ao indicarem a ação a ser tomada, após serem colocadas em prática, fazem com que o sistema de monitoramento mude de estado de “monitoramento do ativo em estado de funcionamento” para o estado de “monitoramento do ativo em estado de regeneração” que, para as técnicas e módulos de ação de recuperação utilizados neste projeto, são aplicados com o ativo em operação (3).

A própria norma também possui poucos Nós Lógicos voltados a monitoramento e não possui nenhum para etapas de diagnóstico e demais fases voltadas a gestão de ativos. Os Nós Lógicos existentes se referem a monitoramento e estão alocados dentro do item Supervisão (Logical nodes for supervision and monitoring – LN Group: S – IEC 61850 7.4 ed 2) (1), ao passo que, o mais adequado seria separar estes itens de monitoramento de estado, diagnóstico e gestão de ativos dos grupos de Supervisão, Proteção e Controle. Isto é o que se propõe também aqui neste trabalho. Até porque, algumas técnicas recentes com suas grandezas associadas, não tem seus correspondentes *Data Objects* catalogados na norma. Todos estes aspectos justificaram a criação dos Grupos de Nós Lógicos, os Nós Lógicos e alguns *Data Objects*, inaugurando assim, na norma, os capítulos que possam tratar especificamente de etapas de Diagnóstico, Ações de Recuperação do Ativo e Avaliação de Eficácia da Ação, para mais diretamente modelar tais fases que compõe os sistemas de gestão de ativo.

O projeto de Pesquisa e Desenvolvimento entre Copel e USP (P&D Aneel PD 6491-0247/2012), trouxe como inovação, dentro das soluções tradicionais de monitoramento de transformadores, as etapas de diagnóstico com indicação de ações corretivas associadas. Neste caso as técnicas de PDC (*Polarization and Depolarization Curves*) são usadas para a quantificação da umidade na parte ativa indicando o fator de degradação da isolação sólida, que na etapa de monitoramento contínuo, indica necessidade ou não de uma ação de recuperação, e a mesma técnica, na etapa de verificação da eficácia da ação de recuperação do ativo, indica o momento ideal para o retorno do ativo ao estado de monitoramento contínuo. Os níveis de alarmes estabelecidos no sistema disparam ações de secagem da parte ativa que recomenda a aplicação de outra técnica inovadora, Máquina de Secagem com filtros seletivos nanomolecular, com a vantagem da não necessidade de desligamento do transformador. Adicionalmente, foram implementados os módulos de quantificação da qualidade do óleo isolante através da técnica LCM (*Liquid Conductivity Meter*) representando o fator de degradação da isolação líquida que na etapa de monitoramento contínuo, indica necessidade ou não de uma ação de recuperação, e a mesma técnica, na etapa de verificação da eficácia da ação de recuperação do ativo, indica o momento ideal para o retorno do ativo ao estado de monitoramento contínuo. Os níveis de alarmes estabelecidos no sistema podem disparar, em combinação com os níveis de alarme dos valores de umidade na parte ativa da técnica PDC, ativar as ações de secagem do sistema papel-óleo que recomenda a aplicação da Máquina de Secagem com filtros de seletividade nanomolecular, com a vantagem da não necessidade de desligamento do transformador (4). Todas as grandezas atreladas a estas técnicas de monitoramento com diagnóstico, que não constam da lista de *Data Objects* na norma, foram adicionadas como escopo da proposta deste trabalho. Alguns exemplos de grandezas monitoradas, podem ser citadas:

- em relação ao Nó Lógico criado **BIOP**, para o caso da técnica do LCM, foram criados os *DATA OBJECTS* para a Condutividade do Óleo Isolante (OilCndct), a Permissividade Relativa (RIPerm) e Fator de Perdas do Óleo (OilLosFact), Tensão Interfacial do Óleo (IntfacTen); no caso da técnica do PDC foram criados os *DATA OBJECTS* para a Umidade percentual relativa no papel (MstPap), Tangente Delta do sistema óleo-papel (LosFact), Índice de Polarização do papel (Pollnd), Índice de Absorção do papel (AbtInd), Capacitância Complexa da Isolação (CpxCapac).

- em relação ao Nó Lógico criado **ELTR**, para os modelos térmicos químico e elétrico da literatura (5-7) foram criados os *DATA OBJECTS* para: Umidade no Papel (MstPap), Grau de Polimerização (DgrPol), Índice de Absorção (AbtInd), 2-Furfuraldeído (2 Fall), Grau de Polimerização (DgrPol) além dos alarmes de temperatura do sistema (ThrWar) e da isolação (TmpWrn).

2.1 Implementação piloto

Para verificar as várias camadas da proposta em que se tem desde o nível de sensoramento, passando pelo monitoramento e diagnóstico com indicação de ação, tomada de ação, verificação da eficácia da ação e retorno ao estado de monitoramento contínuo com o equipamento e/ou algum subsistema regenerado, foi criada uma área para uma instalação piloto, e utilizados dois equipamentos do parque da Copel (Figura 1). Os Grupos e Nós Lógicos atendem às modelagens do processo para as camadas de diagnóstico, indicação da ação a ser tomada, avaliação da eficácia e retorno ao monitoramento contínuo após finalizar a ação de regeneração do ativo de forma que se possa construir módulos integrados para formar um modelo de gestão de ativos, beneficiando-se, por sua vez, de todas as facilidades da norma, garantindo assim mais facilmente, a reutilização dos módulos e do sistema em outras implementações. Desta forma, é possível evitar o uso indiscriminado de customizações pelo emprego de objetos genéricos da norma.

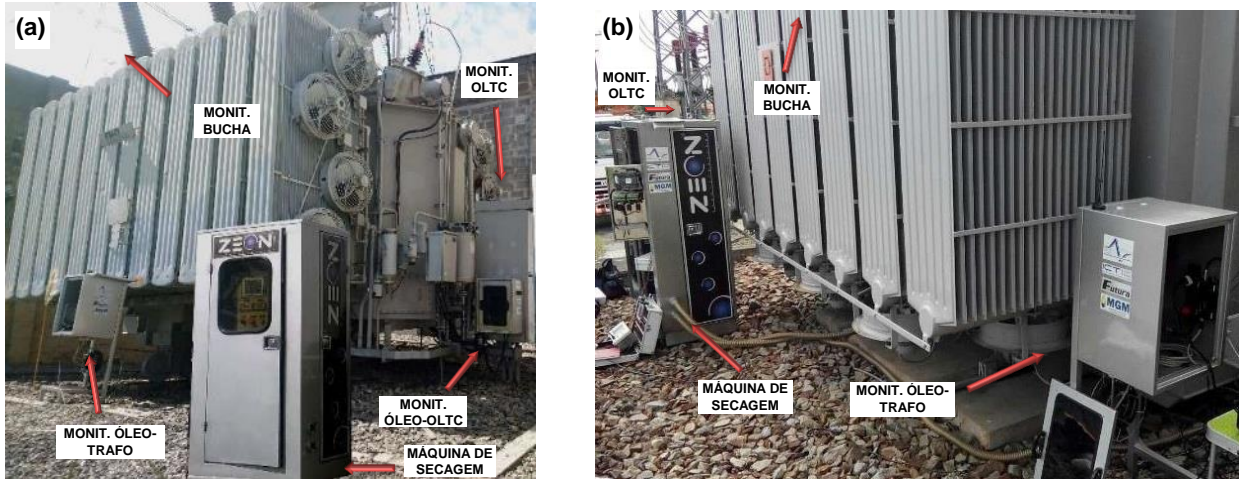


Figura 1 – Transformadores da área piloto na SE Pilarzinho, da COPEL mostrando alguns dos módulos de monitoramento, diagnóstico e regeneração instalados. (a) Transformador de 230 kV – COPEL – GeT, com módulos de monitoramento *online* e de recuperação do ativo sem desligamento. - (b) Transformador de 69 kV – COPEL – Dis, com módulos de monitoramento *online* e de recuperação do ativo sem desligamento.

2.1 Nós Lógicos e Grupos de Nós Lógicos criados com base na IEC 61850

As Figuras de 2-5 a seguir ilustram as propostas de extratos capitulares documentando, de acordo com as exigências da IEC 61850, os Grupos de NL's e os Nós Lógicos.

Estrutura capitular com referência a norma IEC 61850 (PARTE 5) Proposta de adição de novos Grupos de LN (E) e LN (B) e novos nós lógicos (ELTR) e (BIOP)			
11.5 LNs related to primary equipment			
The switchgear related logical nodes represent the power system, i.e. the world seen by the substation automation system via the I/Os. Using switchgear related LNs means a dedicated grouping of I/Os predefined according to a physical device such as a circuit breaker (see XCBR in 11.5.1).			
Table 11.5.2 – LN for monitoring by sensors			
Logical Node	IEC 61850-5	IEC C37.2-96	Description or comments
Insulation medium supervision	SIMS		LN to supervise the insulation medium, for example the gas volumes of GIS (Gas Insulated Switchgear) regarding density, pressure, temperature, etc.
Monitoring and diagnostics for arcs	SARC		LN to supervise the gas volumes of GIS (Gas Insulated Switchgear) regarding arcs switching or fault arcs.
Monitoring and diagnostic for partial discharge	SPDC		LN to supervise the gas volumes of GIS (Gas Insulated Switchgear) regarding signatures of partial discharges.
Diagnostic of Transformer insulation condition	BIOP		This LN is used for monitoring the degradation of solid-liquid insulation in power transformers. It is used to assess the condition of insulating paper and oil in power transformers. The insulation medium is a paper, such as Kraft, and oil (vegetal or mineral) that are used in power transformers.
Transformer expected life	ELTR		This LN is used for monitoring and diagnostics of ageing rate in power transformers. This logical node is used to assess the ageing condition of power transformer and considers mainly the aspects of insulation system degradation (moisture) and thermal ageing effects (temperature, current).
These LNs represent the mentioned sensors with their entire inputs and communication relevant behavior in the SAS.			

Figura 2 – Extrato Capítular da parte 5 da norma IEC 61850 onde se insere a proposta de adição dos novos Grupos de Nós Lógicos: ELTR e BIOP.

ESTRUTURA CAPÍTULAR COM REFERÊNCIA A NORMA IEC 61850 (PARTE 7-4 ED.2 CAPÍTULO 5) Proposta de adição de novo Grupo de LN (B) e novo nó lógico (BIOP)				
5.XX Logical nodes for diagnostic of power transformers insulation condition LN Group: B				
5.XX.X Modelling remarks				
Table X gives the relation between IEC 61850-5 and IEC 61850-7-4 for supervision, monitoring and diagnostic of degradation for power transformer's LNs.				
Table X – Relation between IEC 61850-5 and IEC 61850-7-4 regarding other LNs for Degradation monitoring and diagnostic of power transformer.				
Functionality	Defined in IEC 61850-5 by LN	Modelled in IEC 61850-7 by LN	Comments	
Insulation medium supervision	SIMS	SIML SIMG	Insulation liquid such as oil	
Tap changer supervision	YLTC	YLTC	Drive supervision part of XCBR and XSWI	
Supervision of operating Mechanism	XCBR XSWI	SOPM	Drive supervision part of XCBR and XSWI	
Power transformer supervision	YPTR	YPTR	Supervision part of YPTR	
Switch supervision	SSWI	SSWI	Supervision part of YPTR	
Circuit breaker supervision	XCBR	SCBR	Supervision part of YPTR	
Diagnostic of transformer insulation condition	BIOP	BIOP	Transformer insulation oil-paper synergetic degradation	
5.XX.X LN: Transformer insulation degradation (oil-paper) Name: BIOP				
This LN is used for monitoring the degradation of solid-liquid insulation in power transformers. It is used to assess the condition of insulating synergetic effects between paper and oil in power transformers. The insulation medium is a paper, such as kraft, and oil (vegetal or mineral) that are used in power transformers. Refer to LN SIML and SIMG for other functions and for a more complete modelling of processes. For other measuring objects related to the same IED, a new instance of BIOP may be used. It contains complementary data objects for paper degradation monitoring. If new measuring point(s) is/are related to a new IED, a new instance of BIOP shall be used.				
BIOP class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
Status information				
InsAlm	SPS	Insulation paper critical		M
InsBik	SPS	Insulation paper not safe (block device operation)		O
InsTr	SPS	Insulation paper dangerous (trip for device isolation)		O
MstAlm	SPS	Moisture alarm		O
MstWrn	SPS	Moisture warning		O
Measured and metered values				
Mst	MV	Moisture content in insulating paper (in %)		M
LosFact	MV	Loss Factor (tan delta oil-immersed paper)		O
PoIInd	MV	Polarisation index		O
AbtInd	MV	Absortion index		O
Capac	MV	Capacitance (in F)		O
CpxCapac	MV	Complex Capacitance (in F)		O
Ris	MV	Resistance (in Ohms)		O
RIPerm	MV	Relative permittivity		O
OilCndct	MV	Conductivity of oil (pS/m)		O
OilLosFact	MV	Loss Factor (tan delta) of oil		O
Tmp	MV	Insulation liquid temperature		
IntfacTen	MV	Interfacial Tension (mN/m)		O
Controls				
OpCntRs	INC	Resettable operation counter		O

Figura 3 – Extrato Capítular da parte 7-4 Ed2 da norma IEC 61850 onde se insere a proposta de adição do novo Nó Lógico "BIOP" com sua descrição e Data Objects associados.

**Estrutura capitular com referência a norma IEC 61850
(PARTE 7-4 Ed.2 CAPÍTULO 5)
Proposta de adição de novo Grupo de LN (E) e novo nó lógico (ELTR)**

5.YY Logical nodes for transformer insulation expected life LN Group: E

5.YY.Y Modelling remarks

Table Y gives the relation between IEC 61850-5 and IEC 61850-7-4 for supervision, monitoring and diagnostic of condition degradation of power transformer insulation's LNs.

Table Y – Relation between IEC 61850-5 and IEC 61850-7-4 regarding other LNs for supervision, monitoring, diagnostic and expected life of power transformer.

Functionality	Defined in IEC 61850- 5 by LN	Modelled in IEC 61850-7 by LN	Comments
Insulation medium supervision	SIMS	SIML SIMG	Insulation liquid such as oil
Tap changer supervision	YLTC	YLTC	Drive supervision part of XCBR and XSWI
Supervision of operating Mechanism	XCBR XSWI	SOPM	Drive supervision part of XCBR and XSWI
Power transformer supervision	YPTR	YPTR	Supervision part of YPTR
Switch supervision	SSWI	SSWI	Supervision part of YPTR
Circuit breaker supervision	XCBR	SCBR	Supervision part of YPTR
Diagnostic of transformer insulation condition	BIOP	BIOP	Transformer insulation oil-paper synergetic degradation
Expected life time of transformer insulation	ELTR	ELTR	Transformer insulation ageing due to thermal effects and moisture

5.YY.Y LN: Transformer expected life Name: ELTR

This LN is used for monitoring and diagnostics of ageing rate in power transformers insulation system. This logical node is used to assess the ageing condition of power transformer insulation and considers mainly the aspects of insulation system degradation (moisture) and thermal ageing effects (temperature, current etc.). It contains complementary data objects for the condition monitoring of system insulation degradation concerning transformer insulation ageing. Refer to LN PTTR for all thermal overload functions, where, depending on the algorithm, that LN describes either a temperature or a current (thermal model). For a more complete modelling of processes, the Temperature data objects are also provided by other LNs. Examples are the hot spot temperature in LN YPTR or the isolation gas temperature in LN SIMG, and other data objects from LN BIOP as well.

ELTR				
Data object name	Common data	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN- Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
Status information				
AgeRte	SPS	Ageing rate warning (transformer insulation)		M
ThmWrn	SPS	Thermal Warning		M
TmpWrn	SPS	Insulation liquid temperature warning		O
MstWrn	SPS	Moisture Warning		O
Measured and metered values				
MstPap	MV	Moisture content in insulating paper (in %)		O
LosFact	MV	Loss Factor (tan delta oil-immersed paper)		O
PolInd	MV	Polarisation index		O
AbtInd	MV	Absortion index		O
2Fal	MV	2-Furfuraldehyde (in ppm from oil)		O
DgrPol	MV	Degree of polimerisation		O
OilTmp	MV	Insulation liquid temperature		O
H2O	MV	Relative saturation of moisture in insulating liquid (in %)		O
H2OPap	MV	Relative saturation of moisture in insulating paper (in %)		O
Controls				
OpCntRs	INC	Resettable operation counter		O

Figura 4 – Extrato Capitular da parte 7-4 Ed2 da norma IEC 61850 onde se insere a proposta de adição do novo Nó Lógico “ELTR” com sua descrição e *Data Objects* associados.

Estrutura capitular com referência a norma IEC 61850 (PARTE 7-4 Ed.2 – CAPÍTULO 6) Data Objects complementares para os novos Grupos LN (E) e LN (B) e novos nós lógicos (ELTR) e (BIOP)	
6 Data Object name semantics	
In Table 10, the data objects used in Clause 5 are described. The meaning of Boolean values are FALSE = 0, TRUE = 1.	
Table 10 – Description of data objects	
Data object name	Semantics
2FaI	2-Furfuraldehyde (in ppm from oil)
AbtInd	Absortion index
CpxCapac	Complex Capacitance (in F)
DgrPol	Degree of polymerisation
IntfacTen	Interfacial Tension (mN/m)
LosFact	Loss Factor (tan delta oil-immersed paper)
MstPap	Moisture content in insulating paper (in %)
OilCndct	Conductivity of oil (pS/m)
OilLosFact	Loss Factor (tan delta) of oil
OilTmp	Insulation liquid temperature
PolInd	Polarisation index
RIPerm	Relative permittivity
ThmWrn	Thermal Warning
TmpWrn	Insulation liquid temperature warning

Figura 5 – Extrato Capitular da parte 7-4 Ed2 da norma IEC 61850 onde se insere a proposta de adição de novos *Data Objects* para atender aos LN's criados, sendo que os dados são provenientes de sensores em campo ou lógicas, com o CDC (*Common Data Class*) sendo do tipo MV (*Measured Value*) ou SPS (*Single Point Status*) apenas para os alarmes e/ou *warnings* criados.

2.3 Topologia e arquitetura de hardware utilizada para modelagem e implementação do sistema

Os sensores e dispositivos eletrônicos *on-line* e/ou *offline* presentes na área piloto alimentam os Nós Lógicos, sendo que os mesmos poderão ser utilizados nos dispositivos eletrônicos inteligentes (IED's) utilizado no projeto (*Hadrom Xtorm* – da ALTUS, IEC 61850 compatível), de forma experimental e, uma vez avaliados e validados, em campo (área piloto da SE Pilarzinho - Copel, em Curitiba/PR), durante as fases de teste do P&D, poderão ser submetidos ao comitê normativo da IEC de forma que, no futuro, possam ser reutilizados em IEDs, de qualquer fabricante, para sistemas de monitoramento e supervisão de transformadores de potência. Está sendo utilizada no P&D a ferramenta *Master Tool Xtorm*, também da ALTUS, como ferramenta para a configuração, programação, simulação, depuração e parametrização das funções de monitoramento destes LN's desenvolvidos. O sistema de gestão de ativo com monitoramento e supervisão baseados no padrão IEC 61850 permite integrar diferentes sistemas. A criação dos novos LN's apresenta uma evolução na abrangência da aplicação da norma e, portanto, sistemas mais completos e avançados podem ser desenvolvidos e embarcados nas soluções dos fabricantes, e em nível de *Bay*, que contemplem módulos já integrando: monitoramento com diagnóstico e tomada de decisão com ações locais de recuperação do ativo, verificadores de eficácia de intervenções no equipamento e retomada do monitoramento contínuo fazendo a gestão de ativo com análise de expectativa de vida útil do mesmo. Como decorrência destes ganhos, pode-se destacar a otimização de recursos de engenharia nas implementações e integração de tais sistemas, menor complexidade de modelagem e uma consequente melhoria da qualidade do gerenciamento do ativo com direto reflexo no aumento da eficácia das ações sobre o ativo.

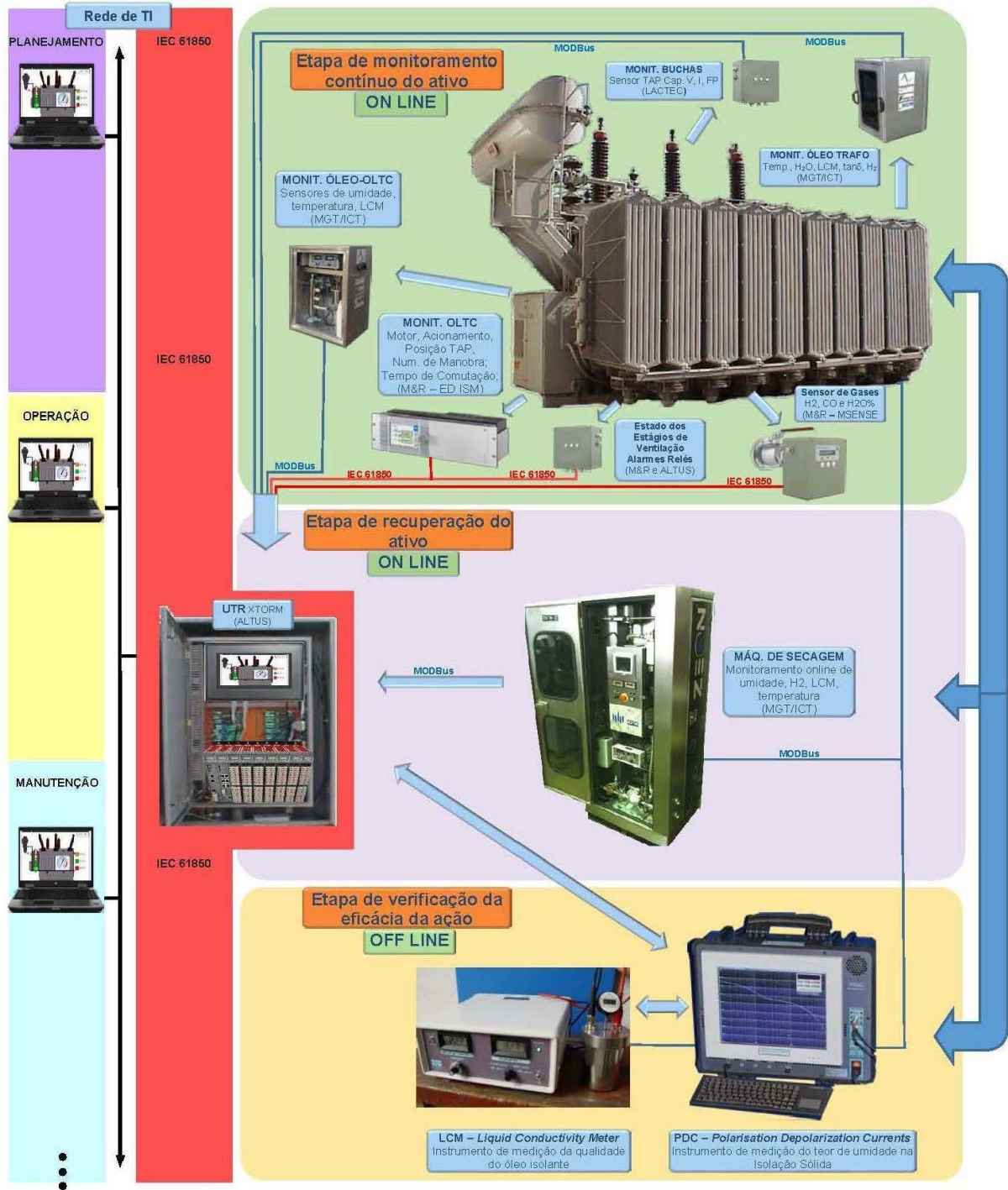


FIGURA 6 – Topologia da instalação piloto do sistema de gestão de ativo com as camadas de sensoriamento, monitoramento, diagnóstico, tomada de ação de recuperação do ativo, verificação de eficácia da ação e retorno ao estado contínuo de monitoramento.

3.0 - CONCLUSÃO

O projeto piloto servirá de modelo para as demais implementações na COPEL Geração e Transmissão, bem como na Distribuição, pois tem sido possível padronizar e otimizar os recursos de engenharia para modelagem do sistema que irá formar o Sistema de Gestão de Ativos. Esta otimização de recursos com uma menor complexidade de modelagem irá facilitar os trabalhos futuros na expansão do sistema. O objetivo final é o de uma consequente melhoria da qualidade do gerenciamento do ativo com direto reflexo no aumento da eficácia nas ações de manutenção, planejamento e investimento no parque da Copel.

A criação dos novos LN's apresenta uma evolução na abrangência da aplicação da norma e, portanto, com sistemas mais completos e elaborados que agreguem outras camadas que não somente as de controle, supervisão e monitoramento, mas as de diagnóstico com ações de recuperação do ativo, vão certamente colaborar para um aumento da qualidade e confiabilidade dos diagnósticos com base no monitoramento de estado dos equipamentos de potência.

As técnicas inovadoras de diagnóstico e de recuperação do ativo, que no caso do piloto implementado se refere à quantificação mais precisa da umidade na parte ativa do transformador para diagnosticar o estado de degradação do papel (PDC), à técnica on-line de diagnóstico da qualidade do óleo isolante (LCM) do transformador e do comutador sobre carga, bem como a técnica de regeneração do sistema de isolamento papel-óleo sem desligamento, está servindo para validar com sucesso a modelagem proposta com base na IEC 61850 e seus novos Grupos de LNs e Nó Lógicos criados.

Também do lado dos fabricantes de soluções com IEC 61850, será possível soluções mais avançadas, e em nível de Bay, que contemplem módulos já integrando monitoramento com diagnóstico e tomada de decisão com ações locais de recuperação do ativo, verificadores de eficácia de intervenções no equipamento e retomada do monitoramento contínuo fazendo a gestão de ativo contemplando análise de expectativa de vida útil do mesmo. Como decorrência destes ganhos, do lado da concessionária, pode-se destacar a otimização de recursos de engenharia nas implementações e integração de tais sistemas, menor complexidade de modelagem e uma consequente melhoria da qualidade do gerenciamento do ativo com direto reflexo no aumento da eficácia das ações sobre o ativo.

Como o escopo final do projeto e sua continuação é o de chegar a um Sistema de Gestão de Ativos, primeiramente priorizando o transformador, será possível avançar nesta proposta de aprimorar ainda mais a norma IEC 61850 de forma que se adeque as modelagens de tais sistemas diminuindo a prática do uso de objetos genéricos, o que otimizará tais aplicações. Outros exemplos de módulos a serem avaliados e catalogados na norma referem-se à implementação de índices de qualidade da vida útil do ativo (*health index*) para uma gestão mais abrangente do ativo.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61850-7.4 Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes. Ed. 2.0. 2010.
- (2) SILVA, H.A.P. Gerenciamento dos Ativos de Potência Utilizando Sistemas de Monitoramento e Diagnóstico. Instituto de Eletrotécnica da Usp, Dissertação de mestrado, 2005.
- (3) U. GÄFVERT. Modeling of Dielectric Measurements on Power Transformers, CIGRE 1998, SC15 - Rep. 15-103.
- (4) SILVA, H. A. P., BASSI, W., BURANI, G. F., GALDEANO, C. A.; HOSSRI, J. H. Moisture assessment for power transformers using pdc and drying-out processes evaluation. in: vigésima primeira reunião de verano de potencia, aplicaciones industriales y exposición industrial alta tension e baja tension ieee/seccion méxico rvc ai/2008, 2008, Ciudad del Mexico. Vigésima primera reunión de verano de potencia, aplicaciones industriales y exposición industrial alta tension e baja tension IEEE/seccion Mexico rvc ai/2008, 2008.
- (5) IEEE Std C57.91 IEEE, Guide for loading mineral-oil-immersed transformers 1995.
- (6) IEEE C57.100, Standard test procedure for thermal evaluation of liquidimmersed distribution and power transformers, 1999.
- (7) CIGRE WORKING GROUP (WG) A2.24 – Thermal Performance of Transformers. 2009.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Tiago Manczak nasceu em São Bento do Sul, Santa Catarina em 1985. Formado pela Escola Técnica Tupy como Técnico em Eletrônica em 2003, graduou-se em 2009 como Engenheiro Eletrônico pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde também obteve o título de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica no ano de 2012. Atua desde 2011 como engenheiro de automação de subestações de transmissão pela Copel Geração e Transmissão. Desenvolve projetos de P&D ANEEL com integração de equipamentos de monitoramento, controle e proteção.