



Comitê de Estudos CE - Título do Comitê de Estudos CE

**METODOLOGIA LEAN AUTOMATION PARA A AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS**

**C. SIMÕES\***

**T.P. SILVA**

**Spin Engenharia de Automação**  
**simoes@spinengenharia.com.br**

**Spin Engenharia de Automação**  
**Tulio.silva@spinengenharia.com.br**

**Brasil**

**Brasil**

***Resumo** – Lean automation é uma metodologia desenvolvida para a integração de sistemas de automação de sítios elétricos (subestações, usinas, parques eólicos, etc.) que reduz o custo do processo, desde sua parametrização até seu comissionamento e aumenta a qualidade e robustez da solução obtida. Ela pode ser utilizada tanto para a criação de novas aplicações em empresas concessionárias de energia (GTD), como também para gerar componentes que são as melhores práticas de utilização de famílias de IEDs como, por exemplo, relés de proteção, aerogeradores, IEDs para gestão de ativos, etc.*

***Palavras-chave:** SCADA – Lean Automation – Protocolos de Comunicação – Integração de Sistemas - Automação de Subestações – Automação de Usinas – Automação de Fazendas de Vento – Gestão de Ativos.*

## **1 INTRODUÇÃO**

A integração de sistemas de automação, utilizando softwares do tipo SCADA, tem entre seus custos associados as atividades de parametrização do SCADA e IEDs, testes em ambiente de laboratório e fábrica, e comissionamento. Utilizando esta metodologia, quanto mais mecanizada for esta atividade, menores serão os custos. Esta mecanização, porém, depende da cultura da empresa alvo. Assim, se a empresa alvo for uma concessionária de energia, existirão vários padrões a serem seguidos:

- **Telas:** layout das telas, número de telas para representar uma subestação, desenho dos equipamentos, cores associadas em função do estado dos equipamentos e níveis de tensão, padrão de representação de vãos, navegação entre telas, relatórios padrão associados a uma subestação, consultas a dados históricos, padrão das janelas de comando, etc.
- **Tags:** regras de nomeação dos tags de um sítio em função de sua regional, subestação, vão, tipo de ponto, etc.
- **Alarmes /eventos:** pontos que causam eventos / alarmes, formato das mensagens, normas de reconhecimento, prioridades, etc.
- **Registros históricos:** regras de registrar tanto eventos/alarmes em arquivos de histórico, quanto variáveis analógicas, etc.
- **Protocolos utilizados:** quais protocolos são usados para a comunicação centro a centro, centro a subestação, subestação a IEDs, etc. Em função do protocolo usado, regra de nomeação dos IEDs e endereços de pontos dentro do IED. No caso de IEC 61850, existe padronização dos nodes usados considerando o tipo de ponto?
- **Bancos de dados:** A empresa possui um banco de dados relacional padrão? Este banco de dados é corporativo? Existe um gerente de banco de dados?
- **Relatórios:** Quais os relatórios utilizados pela empresa, sua periodicidade, seus padrões.

Empresas de integração de sistemas de automação elétrica, que prestam serviços a várias concessionárias, têm de manter os diferentes padrões em bibliotecas distintas.

---

\* simoes@spinengenharia.com.br

Os IEDs de aplicações elétricas, sejam relés, medidores, aerogeradores, disjuntores, etc., são atualizados a cada ano, apresentando novos modelos, com novas funcionalidades, que quase nunca são usadas em sua plenitude, por desconhecimento dos integradores, clientes e consultores. Geralmente é usado o básico de cada IED por uma cultura de projetos tipo “copy/paste”. Geralmente as melhores práticas de uso dos IEDs está na experiência de alguns funcionários e não na empresa. A tecnologia de Lean Automation (LA), além de reduzir custos e garantir a qualidade e robustez da solução, permite também manter o conhecimento das melhores práticas de uso de um IED na empresa e não somente nos técnicos.

Assim com LA se reduz os custos de implantação de um sistema de automação, garante a qualidade do resultado bem como a preservação do conhecimento do processo que fica na solução e não nos técnicos que a implementaram. A metodologia pode ser repetida e aprimorada com o tempo, garantindo a evolução tecnológica sem descontinuidade do conhecimento.

## **2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA**

### **2.1 Herança do passado - ActionView**

A empresa responsável pelo desenvolvimento da metodologia surgiu como empresa incubada da Universidade de Brasília, no final de 1992. Na época, o objetivo da empresa era desenvolver um software SCADA para mercados nicho. O resultado foi um software SCADA orientado ao mercado elétrico. Este software não se baseou em nenhum outro, sendo gerado a partir do conhecimento de programação dos autores e dos clientes da área elétrica que demandavam um conjunto de funcionalidades que atendessem a cultura das empresas. Concessionárias que ajudaram na criação dessas demandas foram CEB [1], CELPE [2], CEEE, CEMAR, CESP, CTEEP, DME, EMAE, CHESF, etc.

A organização desse software não seguiu o padrão normal de um sistema SCADA e alguns conceitos foram criados de forma bastante diferente do que é encontrado em outras soluções de mercado. Um exemplo disso são os arquivos de variáveis analógicas e digitais que, diferentemente de outros SCADA, concentram todas as informações nos atributos de cada registro, ao invés de possuir diferentes tabelas inter-relacionadas (Alarmes, eventos, histórico, etc.). Assim, por exemplo, no registro de um ponto digital existiam atributos que identificavam sua condição de alarme, o tipo de reconhecimento, o endereço da variável origem, se a mesma era de E/S, o condicionamento de comando, o condicionamento de alarme, o trigger para histórico, etc. Da forma como foi criado o banco de dados relacional, as informações foram agrupadas de maneira a atender as funcionalidades demandadas pelo cliente. Esta organização tinha vantagens e desvantagens e, dentre as vantagens, estava a leveza e velocidade do software, permitindo que uma aplicação com mais de 150 mil pontos de E/S e centenas de canais de comunicação, executasse em um microcomputador tipo laptop. Outra vantagem derivada da arquitetura do sistema era a criação o conceito de “grupos base”, que poderiam ser derivados em grupos associados aos tipos de vãos existentes nas subestações, assim como poderiam ser associados a IEDs, criando aplicações que eram as melhores práticas de uso de um IED. Esses “grupos base” possuíam todas as informações de um vão tipo como, por exemplo, os endereços dos pontos, os alarmes e eventos associados, os “triggers” para gravar registros históricos, o nome dos tags seguindo a cultura da empresa, etc.

### **2.2 A Evolução do SCADA**

Com o tempo, as desvantagens do SCADA superaram as vantagens, exigindo uma mudança. Assim, com o surgimento e rápida evolução da internet, as bibliotecas com objetos gráficos de última geração (WPF), arquiteturas de software orientadas a serviços (WCF e SaS), IoT, ambiente Dotnet, HTML5, etc., exigiram a criação de um novo produto que comportasse essas novas tendências / tecnologias. Nesse cenário foi desenvolvido um novo SCADA, sem código legado, desenvolvido todo ele em ambiente Dotnet. A primeira aplicação, em 2012 foi a primeira implantação no Brasil de tablets IOS como IHMs móveis de uma subestação, utilizando rede wireless [3]. Esse novo software foi construído com tecnologia de última geração, considerando outros softwares SCADA de mercado, mas ao final, ficaram algumas saudades de funcionalidades que quem havia usado, não esquecia.

### **2.3 O melhor de dois mundos**

A saudade e o ócio criativo, levaram a concepção da metodologia LA aplicada a esse SCADA. Ela foi desenvolvida em algumas etapas, mas neste artigo, vamos mostrar apenas seu estado atual.

Uma célula de uma aplicação de LA é designada componente. Um projeto vazio do SCADA, já vem com um componente que gera vários relatórios comuns a aplicações elétricas como, por exemplo, alarmes correntes, eventos do dia, log de operação, consulta a eventos históricos, consulta a tags de variáveis, tendência em tempo real e histórica de variáveis analógicas, etc. Este componente pode ser alterado em função da cultura de automação do usuário e seu desenvolvimento foi feito todo em C#. Um integrador com diferentes clientes, pode ter diferentes projetos vazios, adequados a cultura de cada cliente.

A este projeto vazio pode-se adicionar outros componentes que dão à aplicação diferentes funcionalidades. Assim, por exemplo, abaixo apresentamos alguns componentes desenvolvidos:

- [Componente Concessionária A](#): gera, em poucas horas, uma subestação padrão dessa concessionária. Neste componente define-se os diferentes tipos utilizados em subestações da concessionária e, automaticamente, são instanciados todos os pontos da aplicação e as telas padrão da concessionária;
- [Componente SE Industrial](#): gera em poucas horas, uma subestação industrial típica. Em indústrias, diferentemente de concessionárias, as subestações são associadas aos modelos dos relés que as controlam. Esta aplicação foi feita pensando em um fabricante de relés que fornece seus relés para indústria, e adiciona a solução o SCADA que é parametrizado em poucas horas, sem erros, minimizando o custo da solução.
- [Componente “Wind Power”](#): gera em poucas horas uma aplicação que monitora fazendas de vento, utilizando dois tipos de aerogerador, Suzlon S95 e GE/Alstom ECO-122. O componente pode ser alterado para contemplar outros modelos de aerogerador. Estes aerogeradores foram selecionados por se tratar da automação de complexos reais, que usavam estas turbinas [4].
- [Componente “Asset Monitoring”](#): gera, automaticamente, um módulo de monitoração de ativos onde o usuário define os diversos IEDs que serão usados para monitorar ativos de subestações como, por exemplo, transformadores e, como resultado, é gerada uma aplicação que lê todos os IEDs usados na monitoração e serve como gateway, enviando os dados para uma aplicação de gestão de ativos centralizada que monitora várias subestações. Além de gateway, a aplicação gera telas HTML5 que podem ser acessadas localmente na subestação ou mesmo remotamente, se for disponibilizado um endereço IP no gateway.  
IEDs de diferentes fabricantes podem ser usados na monitoração dos ativos da subestação. No caso de falha da comunicação com o computador central, dados de várias semanas podem ser guardados no gateway, para serem enviados quando a comunicação for restabelecida. No caso de falha dos IEDs ou sensores que este controla, o software do gateway tem rotinas que ajudam a identificar a falha [4].
- [Aplicação “FLISR”](#): A configuração de uma aplicação FLISR foi automatizada a partir da metodologia LA, como pode ser observado no vídeo apontado. No caso, foi gerada uma biblioteca de símbolos com todos elementos de uma rede FLISR de distribuição. O módulo de Toolkit da rede ADMS gera os esquemas dos laços lógicos e os mesmos são, automaticamente, importados e suas telas criadas no SCADA, assim como seus tags instanciados via a extensão Deploy. Esta aplicação foi implantada em duas concessionárias do grupo Neoenergia [5].

Após a criação de um componente, é fácil adequá-lo para outra aplicação similar, por exemplo, o componente de uma concessionária pode ser facilmente adequado para gerar componentes aplicados a outras concessionárias. A partir do componente Wind Power pode-se, com certa facilidade, incluir outros modelos e fabricantes de aerogeradores e torres anemométricas.

## 2.4 A Fixação da tecnologia na solução

Um componente permite que o usuário gere aplicações em tempo recorde, minimizando erros e maximizando a qualidade. Isto, além de reduzir o custo de implantação, garante a manutenção do conhecimento do processo na solução, e não só nos técnicos da empresa. Assim, por exemplo, o componente “WindPower” implementa a monitoração de fazendas de vento, atendendo a todos os requisitos do órgão regulador, assim como do ONS. Sua criação tem como background a implantação de mais de 1 GW de energia eólica em diferentes complexos eólicos.

Um componente pode ser usado por um [fabricante ou consultor para fixar as melhores práticas](#) de uso de um equipamento qualquer como uma nova linha de relés. Assim, o desenvolvedor usa todas as funcionalidades disponíveis no equipamento, para tirar o máximo dele e com isso fixa esse conhecimento em um componente que será usado em dezenas de projetos, garantindo as melhores práticas para o uso daquele equipamento.

Considerando soluções de gestão de ativos elétricos como a monitoração de transformadores [6], hoje existem IEDs de diferentes fabricantes que utilizando uma rede descentralizada [7] fazem esta monitoração e muitos destes IEDs já são vendidos embarcados no transformador. Além disso, muitos relés usados para a proteção de transformadores, também acumulam funcionalidades de monitorar o ativo. Usando esta ideia básica criou-se o componente “Asset Monitoring” que é gerado a partir da inclusão de vários componentes onde, cada componente pode ser tanto o IED de um fabricante, conforme a figura abaixo, como um relé de proteção que acumula funcionalidades de gestão de ativo.

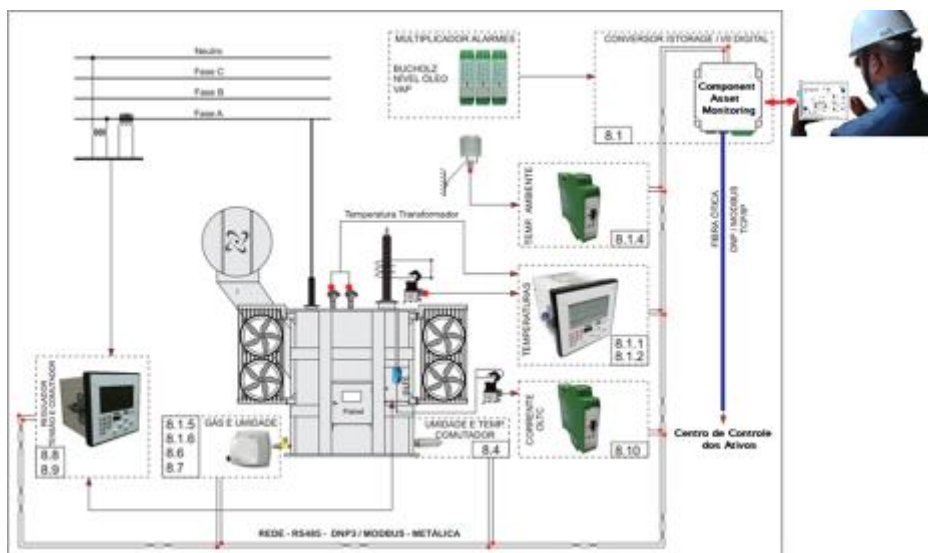


Fig. 1. Esquema exemplo do componente “Asset Monitoring”

### 3 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA PARA GERAR UMA APLICAÇÃO

#### 3.1 Resumo da implantação de uma aplicação de LA

Essa metodologia é usada na criação de componentes base que deverão gerar aplicações funcionalmente semelhantes de sistemas SCADA. Para facilitar o entendimento vamos usar uma aplicação base que gera fazendas de vento. Uma fazenda de vento é composta de vários parques eólicos, um parque eólico é composto de uma torre anemométrica e alguns circuitos de aerogeradores. Na maioria das implantações que participamos, um circuito tem entre cinco e seis aerogeradores e um parque geralmente tem dois circuitos (10 a 11 aerogeradores) e uma potência média de 25 MW.

Esta [aplicação exemplo](#) é baseada em implantações feitas e no exemplo usaremos aerogeradores de dois modelos e torres anemométricas idênticas em todos os parques.

#### 3.2 Identificação das estruturas de dados da aplicação (templates)

Nesta aplicação base teremos cinco estruturas de dados base:

- Estrutura 1: Aerogerador ECO-122 (GE/Alstom);
- Estrutura 2: Aerogerador S95 (Suzlon);
- Estrutura 3: Torre Anemométrica xxx;
- Estrutura 4: Parques de aerogeradores GE/Alstom. Uma fazenda de ECO-122 possui um único concentrador de dados com protocolo OPC que contém a estrutura dos aerogeradores (estrutura 1) que se repete para o total de aerogeradores da fazenda e a estrutura de dados da fazenda, que contém totais de um grupo de aerogeradores (estrutura 4);
- Estrutura 5: Parques de aerogeradores Suzlon. Cada parque possui um concentrador de dados Modbus distinto, com os dados de globais do parque e os dados de cada aerogerador associado aquele parque.

Para cada estrutura de dados criaremos um template que possui todos os pontos desta estrutura, identificando para cada ponto a regra de criação de seu nome, as condições de alarmes associadas, se o mesmo vai ou não para histórico e o gatilho associado e o endereço do ponto no IED onde ele está localizado.

Além das estruturas que descrevem pontos associados a IEDs, podemos ter outras estruturas lógicas com agrupamentos de pontos lógicos calculados.

Se, em vez de uma fazenda de vento, tivéssemos uma subestação, a estruturas seriam os vãos tipo da subestação, tais como vão de linha, vão de transformador, vão de banco de capacitor, etc.

A figura abaixo, a título de exemplo, mostra 3 templates, um para a estrutura de dados da torre anemométrica, um para a estrutura de dados do aerogerador ECO-122 e um para a fazenda de vento com todos os aerogeradores ECO-122.

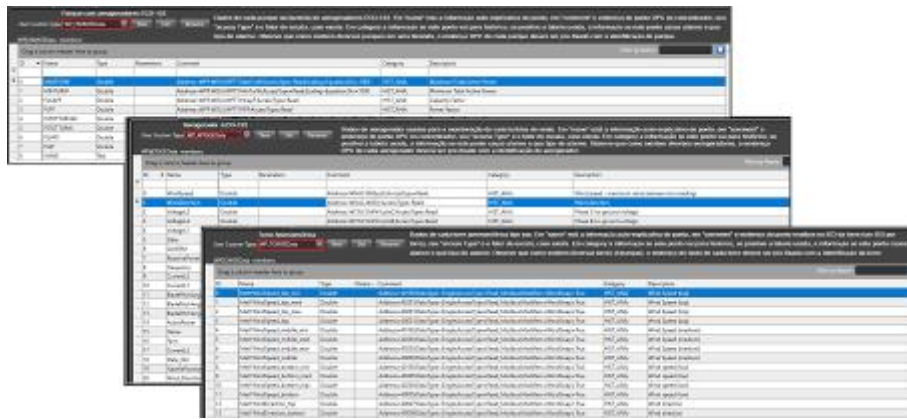
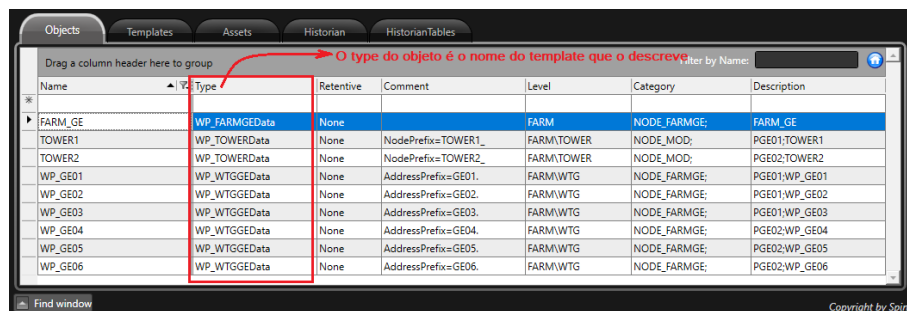


Fig.2 – Templates para uma fazenda de vento com aerogeradores ECO-122 e Torres Anemométricas XXX

### 3.3 Criação dos objetos associados as estruturas base

No componente base, para cada tipo de objeto, vem uma linha exemplo de como definir este objeto. A figura abaixo mostra a descrição de uma fazenda de vento GE com duas torres anemométricas e seis aerogeradores ECO-122. Observe que na descrição do objeto existe uma regra de nomeação do mesmo segundo a definição do cliente e, o tipo do objeto (type) corresponde ao tipo definido no template para aquele objeto.

Na coluna “Comment” são definidos prefixos que são concatenados e adicionados aos endereços dos pontos das torres e aerogeradores. Isto é, cada torre possui o mesmo endereço associado ao mesmo ponto, devendo ser adicionado um prefixo que diferenciará um endereço do outro. O mesmo ocorre para aerogeradores.



- Neste exemplo existe uma fazenda (FARM\_GE, duas torres e seis aerogeradores. Observar que:
- a)- Em Level temos FARM/TOWER/WTG
  - b)- Como existem 6 aerogeradores GE, o endereço OPC de cada aerogerador será pre-fixado com a identificação do aerogerador (GE01, GE02, Etc.)
  - c)- Como existem 2 torres com dois IEDs Modbus, cada node de torre terá como prefixo a identificação da torre:  
TOWER1\_NODE\_MOD  
TOWER2\_NODE\_MOD
  - d)- Como existe um único concentrador GE, sua identificação é NODE\_FARMGE

Fig.3 – Objetos criados a partir dos templates (1 fazenda, 2 torres, seis aerogeradores)

### 3.4 Criação das bibliotecas de desenhos

Para cada aplicação tipo, gerada através de LA, cria-se uma biblioteca de símbolos que serão usados em todas as telas que permitem a monitoração e controle dos elementos representados. Assim, para cada tipo de aerogerador, torre, parque, etc. serão criados símbolos e colocados na biblioteca.

Estes símbolos geram, automaticamente, referências para os respectivos objetos associados de maneira que, se eu copio um objeto WP\_GEO01, na coluna objetos (ver figura acima) e colo em uma tela de desenho, todas as variáveis associadas a essa instância do objeto são mapeadas para este símbolo. Isto é, a potência gerada por aquele aerogerador é a potência do WP\_GEO01, e o mesmo vale para sua corrente, seu estado, etc.



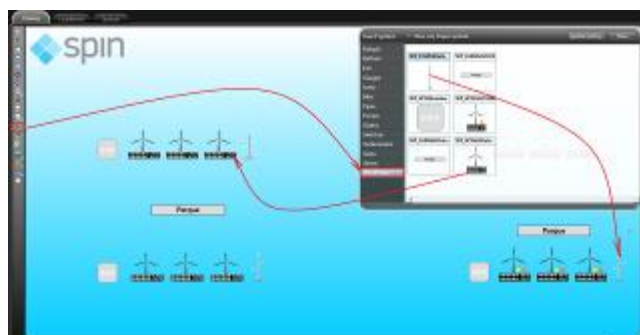


Fig.4 - Biblioteca de símbolos de uma fazenda de vento

Na figura abaixo, usando-se uma biblioteca LA para gerar [subestações de concessionárias](#), mostra-se a cópia da linha do alimentador CAX\_21P1 de objetos e sua colagem em uma tela de desenho.

Todas as regras de animação já estão feitas neste símbolo de alimentador:

- Um click no nome do alimentador nos leva a uma tela detalhes deste;
- Um clique no disjuntor e nos seccionadores abre uma janela de comando dos equipamentos;
- Um clique na corrente do alimentador abre uma janela com a corrente nas três fases;
- Um clique nas tabelas de ajuste nos permite mudar os ajustes do relé do alimentador;
- Um clique nas proteções de alimentação nos permite ações de inibir, bloquear, simular, etc.

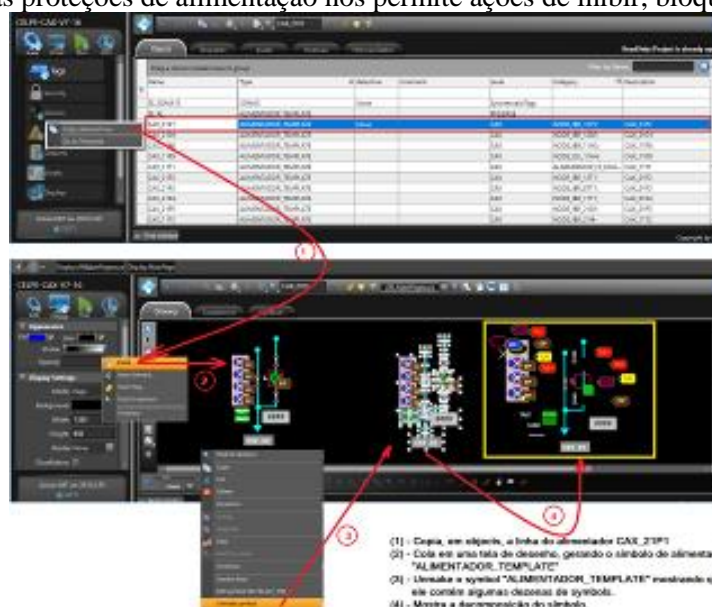


Fig.5 - O objeto CAX\_21P1 se transforma em um desenho de um vão de alimentador

### 3.5 Criação das telas da aplicação

Na sequência, após serem criados os templates da aplicação base, os objetos associados a estes templates, são criadas as telas da aplicação. Por exemplo, no caso das fazendas de vento, foram criadas sete telas base, além dos relatórios existentes no projeto vazio (alarmes, eventos, log de operação, tags, eventos históricos, medidas históricas, tendências em tempo real e histórica). Estas telas são:

- (1) Tela do complexo eólico exemplo, com quatro parques eólicos. Cada parque possui três aerogeradores, uma torre anemométrica, um símbolo que informa o número de aerogeradores em operação no momento e um botão que permite navegar para os totais do parque. Esta tela é criada em tempo de aplicação, enquanto as demais já estão pré-prontas e são acessadas a partir de links gerados existentes nos símbolos.
- (2) Detalhes de um aerogerador ECO-122 (GE/Alstom). Se o mouse passa sobre um aerogerador, sua figura é modificada para uma mão e se é dado um clique, navega-se para a tela detalhe daquele aerogerador.
- (3) Detalhes de uma torre anemométrica. O funcionamento é similar ao dos aerogeradores, clica-se sobre uma torre específica e navega-se para a tela detalhe da torre selecionada.
- (4) Detalhes da fazenda de vento de aerogeradores da GE/Alstom. Esta tela contempla os totais de produção dos aerogeradores GE/Alstom que estão todos em um único concentrador de dados (protocolo OPC).

- (5) Detalhes de um parque de aerogeradores Suzlon, uma vez que cada parque contém um concentrador próprio. Se quisermos fazer um totalizador da fazenda de aerogeradores Suzlon (somatório dos dois parques), deve-se criar uma nova estrutura lógica.
- (6) Detalhes de um aerogerador S95 (Suzlon), selecionado de forma idêntica aos aerogeradores ECO-122.
- (7) No caso dos aerogeradores S95, estes possuem um indicador de alarme que identifica dezenas de possibilidades, com descrição da falta, ações corretivas e sugestões.

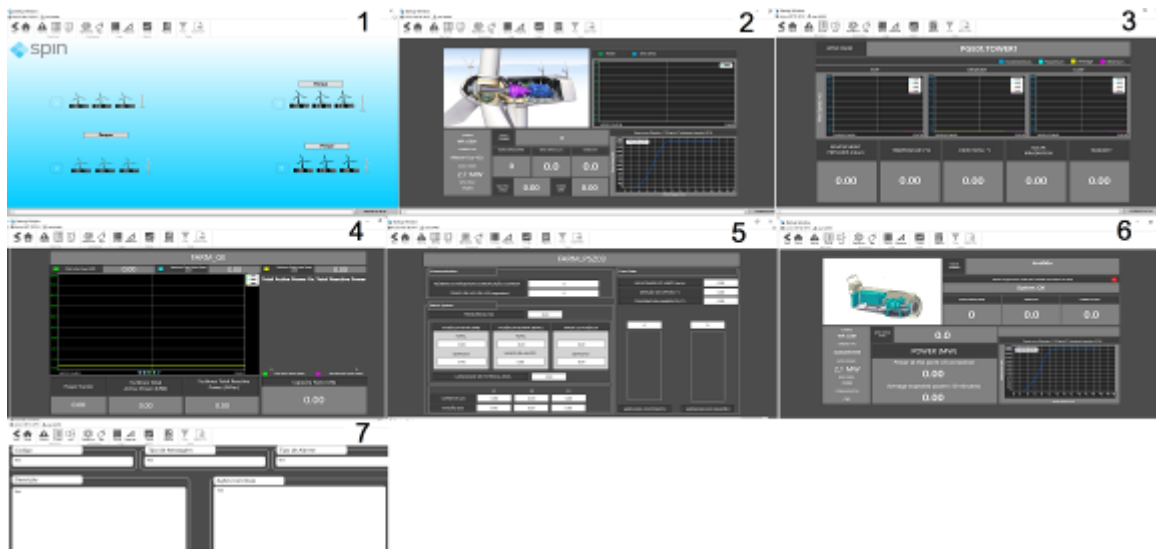


Fig.6 – Telas da aplicação fazenda de vento (Exemplo)

Para cada tipo de aplicação, é feito um planejamento dessas telas e de sua navegação, atendendo sempre a cultura operacional do cliente. Uma vez testada a aplicação base, gera-se novas aplicações em tempo recorde, com qualidade, robustez e pouquíssimos erros.

### 3.6 Criação de canais e nodos associados

Para cada IED do projeto deverão ser criados canais e nodos que permitirão a conexão com os mesmos em tempo de execução. No caso da aplicação exemplo, conforme a figura abaixo, teremos 7 canais, 1 OPC e seis Modbus.

Como no endereço dos pontos deve ser adicionado o prefixo do nodo associado ao ponto, de maneira a identificar o IED associado, deve-se incluir estes prefixos nos comentários dos respectivos objetos (ver figura 3 - Comments).

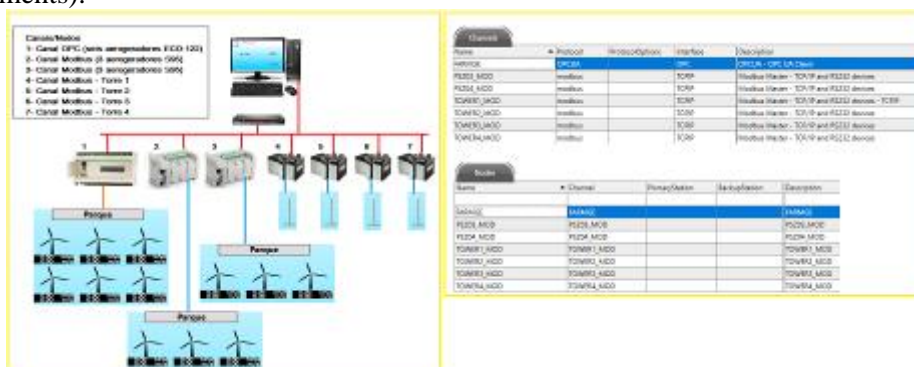


Fig.7 – Canais e nodos da aplicação exemplo

### 3.7 Deploy – Instanciamento de alarmes, endereços e registros de histórico

Na sequência, após todos os passos anteriores deve-se executar o Deploy que instancia todos os itens associados a cada tag. O Deploy é um entre vários programas disponíveis em uma biblioteca de extensões, que em tempo de projeto, permitem importar, exportar e tratar dados associados a aplicação. No caso específico deste programa, quando executado ele varre as linhas de Tag/Objeto (figura 3) e, para cada linha que possui objetos a serem explodidos (categoria e comentários), ele faz a explosão gerando,

automaticamente, os itens das tabelas de alarmes, histórico e pontos de entrada/saída associados a estrutura. Após a explosão, ele apaga as categorias e comentários associados àquela linha, permitindo que no futuro, ao se criar um novo objeto, somente este terá seus dados instanciados.

Como exemplo, considerando a fazenda de vento, para cada objeto criado (aerogerador, torre anemométricas, parque eólico, etc.) são geradas as tabelas de alarmes, histórico e endereços de E/S associados.

### 3.8 Geração das Telas Principais das Aplicações

Como apresentado no item acima (3.5), as telas base são pré-feitas e assumem o elemento de referência quando chamadas, por exemplo, existe uma tela detalhe de alimentador que quando chamada de um dado alimentador, assume a referência do mesmo, assim como aerogeradores, torres anemométricas, etc.

Já as telas principais da aplicação, como uma dada subestação, um complexo eólico, etc. são geradas em cada repetição do processo. Assim, o último passo da aplicação é copiar todos os objetos criados na tela de objetos e colar em uma ou mais telas de desenho, conforme mostrado nos itens acima (3.4 e 3.5).

Concluídos estes procedimentos, a aplicação estará pronta e, se os testes da aplicação base foram bem feitos, as aplicações geradas serão isentas de erros, além de serem geradas em tempo recorde.

Em IEDs com endereços fixos, como concentradores de aerogeradores e fazendas de vento, concentradores de torres anemométricas, multimedidores, etc. todo o endereçamento estará 100% correto após o teste da aplicação base, permitindo também que o conhecimento do processo fique na aplicação em vez de no corpo técnico. Isto é, qualquer um poderá gerar uma aplicação correta, sem nunca ter trabalhado neste processo nem com esses IEDs.

## 4 CONCLUSÕES

Esta metodologia está em processo de patente no INPI e já foi aplicada em vários projetos de automação de sistemas elétricos tais como automação de subestações de concessionárias, aplicações FLISR (Localização de falta, Isolamento, restauração do sistema), automação de parques eólicos e módulo de gestão de ativos.

Na figura abaixo são mostradas duas aplicações reais implantadas com a metodologia LA.

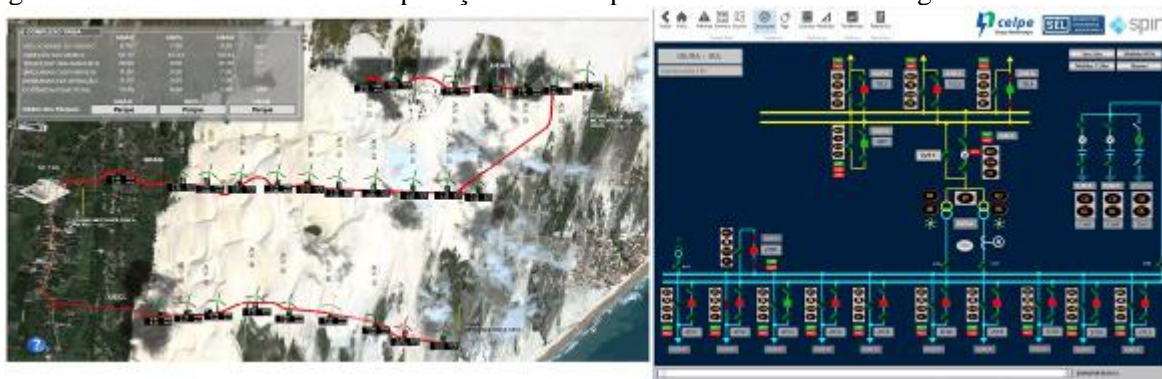


Fig.8 – Duas aplicações reais desenvolvidas com a metodologia LA

## 5 CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Simoes, C, “A Integração Completa entre COS, EMS, DMS, Rede Corporativa da Empresa, CORs, Subestações e Chaves de Poste”, XV Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, BSB, 2000.
- [2] Simoes, C. e Regueira, B., “Implantação do Centro de Operação Integrado do Sistema CELPE”, X ERIAC – Cigré, 2003.
- [3] Batista. M e Sylvestre, M.H, “Mobilidade do Sistema de Supervisão e Controle em Subestações”, XII EDAO, Nov. 2012.
- [4] Simões, C. At Alli, “Centro de Operação Integrado da Queiroz Galvão Energias Renováveis”, PowerGEN, SP-2014.
- [5] Simões, C. At Alli, Simões. C, Duarte.D.P, at alli, “Planejamento e Implantação de um Sistema que Executa a Função FLISR em Redes de Distribuição”, CBQEE, 2017.
- [6] Silva. C.A, Silva Junior.A.P e Borges. R.L. “Desenvolvimento de Sistema Especialista para Gerenciamento de Transformadores instalados em subestações”, Cigré-Brasil, “IX Workspot - Workshop Internacional Sobre Transformadores de Potência, Equipamentos, Subestações e Materiais, 2018.
- [7] Rampazzo, W.A, Teixeira, R.C, e Amorim, F.G.A, “Solução Descentralizada para Digitalização de Subestações Utilizando o Protocolo DNP3.0”, XVII SENDI, Olinda, jan/2015.