

# IEC 61850 - Client Communication Protocol

Versão 2016.2

00058.02

December, 2018

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INFORMAÇÃO GERAL</b> .....                       | <b>1</b>  |
| 1.1 Sumário.....                                       | 1         |
| 1.2 Migração .....                                     | 1         |
| 1.3 Norma IEC 61850.....                               | 2         |
| 1.4 Módulo de Comunicação .....                        | 5         |
| 1.4.1 Biblioteca de Comunicação .....                  | 5         |
| 1.4.1.1 Objetos suportados.....                        | 5         |
| 1.4.1.2 Serviços suportados .....                      | 5         |
| 1.4.2 Biblioteca de Integração.....                    | 8         |
| 1.4.2.1 Objetos implementados.....                     | 8         |
| 1.4.2.2 Serviços implementados.....                    | 8         |
| 1.4.2.3 Funcional Constraints implementadas.....       | 10        |
| 1.5 Funcionamento.....                                 | 10        |
| <b>2. CONFIGURAÇÃO DE CANAL (CHANNEL CONFIG)</b> ..... | <b>12</b> |
| 2.1 Opções do Protocolo (Protocol Options) .....       | 12        |
| 2.2 Interface.....                                     | 12        |
| 2.3 Estado Inicial (Initial State).....                | 12        |
| <b>3. CONFIGURAÇÃO DE NÓS (NODE CONFIG)</b> .....      | <b>13</b> |
| 3.1 Estação Primária (Primary Station) .....           | 13        |
| 3.2 Estação Secundária (Backup Station) .....          | 14        |
| <b>4. CONFIGURAÇÃO DE PONTOS (POINTS CONFIG)</b> ..... | <b>15</b> |
| 4.1 Tipo .....   | 15        |
| 4.1.1 Binary output (BO) .....                         | 16        |
| 4.1.2 DataSet (DS) (DS1) (DS2) (DS3) (DS4) .....       | 16        |
| 4.1.3 Report (BR) (RP) .....                           | 16        |
| 4.1.4 Report Flags (BRF) (RPF) .....                   | 17        |
| 4.2 Endereço.....                                      | 17        |
| 4.3 Tipo de Acesso (Access Type).....                  | 18        |
| 4.3.1 Leitura (Read) .....                             | 18        |
| 4.3.2 Escrita (Write).....                             | 18        |
| <b>5. JANELA BROWSER</b> .....                         | <b>19</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1 Geral.....                          | 19        |
| 5.2 Fontes de Dados .....               | 20        |
| 5.3 Conexão Real com o IED .....        | 20        |
| 5.4 Leitura de Arquivo SCL.....         | 21        |
| 5.5 Data Objects.....                   | 21        |
| 5.6 DataSets.....                       | 21        |
| 5.7 Reports .....                       | 22        |
| 5.8 Janela de Atributos de Reports..... | 22        |
| <br>                                    |           |
| <b>6. ARQUIVOS COMTRADE .....</b>       | <b>23</b> |
| 6.1 Informação geral .....              | 24        |
| 6.2 Leitura e Gravação .....            | 24        |
| <br>                                    |           |
| <b>7. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....</b>     | <b>25</b> |
| 7.1 Registros de operações (LOG) .....  | 25        |
| 7.1.1 Trace Window do Action.NET .....  | 25        |
| 7.1.2 Evento do Windows.....            | 25        |
| 7.1.3 Arquivo de texto .....            | 25        |
| 7.2 Códigos de Erros e Qualidades ..... | 26        |
| 7.2.1 Erros de comandos (CO).....       | 26        |
| 7.2.2 Qualidades.....                   | 27        |
| 7.2.2.1 Falha de comunicação.....       | 29        |

# 1. INFORMAÇÃO GERAL

## 1.1 Sumário

**Nome do Módulo:** IEC 61850 Client Communication Protocol

**Current Version:** 1.3

**Implementação DLL:** T.ProtocolDriver.IEC61850.dll

**Protocolo:** IEC 61850 Edition 2

**Interface:** TCP/IP

**Descrição:** O Action.NET implementa a parte da norma IEC 61850 responsável pelo núcleo de serviços ACSI, como definido na seção 8-1 da referida norma. Utiliza encapsulamento da camada de transporte ISO/OSI em camada de transporte TCP/IP. Realiza comunicação com IEDs (intelligent Electronic Devices), RTUs (Remote Terminal Units) e IO devices compatíveis com este protocolo, atuando como estação Cliente.

**Requisitos do Sistema:** Uso do software Action.NET

**Observação:** Este módulo de comunicação foi re-escrito para a versão an-2016.2, passando a utilizar uma biblioteca diversa da anteriormente utilizada, tendo sido feitas também alterações nos procedimentos de configuração de canais, nodes e points. O item a seguir oferece notas para auxiliar na migração de projetos que já utilizavam o módulo da versão anterior.

## 1.2 Migração

Os usuários do Action.NET que utilizam o módulo de comunicação da edição 1, necessitam atualizar o cadastro de canais, nós e pontos do projeto. A migração deve ser feita seguindo os passos abaixo:

1. Copiar todos os pontos referentes à nós do Módulo de comunicação 61850 do projeto para uma planilha do Excel.
2. Apagar todos os pontos referentes à nós do Módulo de comunicação 61850 do projeto.
3. Copiar os nomes dos nós e canais do projeto para o bloco de notas.
4. Apagar todos os nós.
5. Apagar todos os canais.
6. Criar os canais com os nomes previamente copiados no passo 3. Configurando cada canal de acordo com a sessão **2 - CONFIGURAÇÃO DE CANAL (CHANNEL CONFIG)**
7. Criar os nós com os nomes previamente copiados no passo 3. Configurando cada nó de acordo com a sessão **3 - CONFIGURAÇÃO DE NÓS (NODE CONFIG)**
8. Colar os pontos previamente copiados no passo 1.
9. Ao iniciar o Módulo de comunicação. Validações de cadastros serão realizadas. Caso ocorra incorreções em definições de pontos, elas serão registradas no Log (Ver sessão **7.1 - Registros de operações (LOG)**) e verifique como corrigi-las na sessão **4 - CONFIGURAÇÃO DE PONTOS (POINTS CONFIG)**.

### 1.3 Norma IEC 61850

Esse tópico tem como objetivo apresentar de forma sucinta algumas informações da norma IEC 61850, que interferem diretamente na definição e implementação deste módulo de comunicação.

Para mais detalhes e uma descrição formal, refira-se aos textos da norma ou à documentação dos IEDs servidores.

A norma é composta por dez partes, listadas na tabela abaixo.

| Capítulo | Descrição  |
|----------|--|
| 1        | Introdução e visão global  |
| 2        | Glossário  |
| 3        | Requisitos Gerais  |
| 4        | Gerenciamento de sistema e projeto   |
| 5        | Requisitos de comunicação para funções e modelos de dispositivos   |
| 6        | Configuração da linguagem de descrição para comunicação em subestações com IEDs                                |
| 7.1      | Estruturas de comunicação básicas para subestações e alimentadores: Princípios e modelos                       |
| 7.2      | Estruturas de comunicação básicas para subestações e alimentadores: Interface de serviço de                    |
| 7.3      | Estruturas de comunicação básicas para subestações e alimentadores: Classe de dados comuns                     |
| 7.4      | Estruturas de comunicação básicas para subestações e alimentadores: Classes de nós lógicos e Dados compatíveis |
| 8.1      | Mapeamento para MMS(ISO/IEC 9506-1 e ISO/IEC 9506-2) e para ISO/IEC8802-3                                      |
| 9.1      | Valores amostrados sobre link unidirecional multidrop ponto-a-ponto  |
| 9.2      | Valores amostrados sobre ISO/IEC8802-3   |
| 10       | Testes de conformidade   |

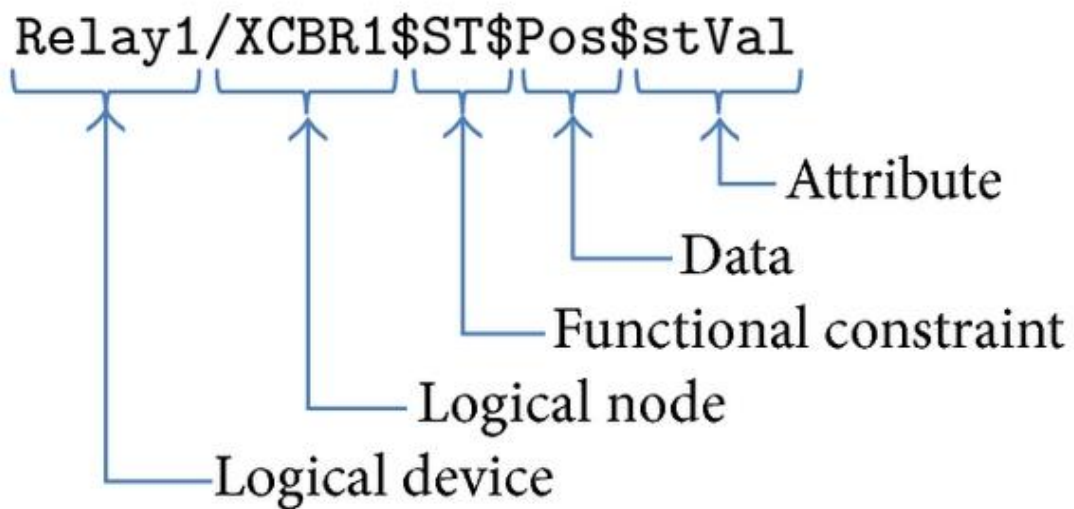
No que diz respeito ao suporte para a comunicação de dados, entre computadores e IEDs, padronizado pela norma, são definidos os tipos de Mensagem, listados na tabela abaixo.

| Mensagem     | Descrição   |
|--------------|---|
| <b>GOOSE</b> | Generic Object Oriented Substation Event  |
|              | Mensagens do tipo multicast que carregam informações entre os IEDs. São responsáveis apenas pelo tráfego de mensagens que informam sobre a atuação de qualquer proteção ou sinal digital. |
| <b>MMS</b>   | Manufacturing Message Specification   |
|              | Mensagens do tipo unicast que são utilizadas para troca de dados de medições (analógicos) ou de estados (digitais) para indicar o estado de equipamentos e processo.                      |

Um dos grandes diferenciais vantajosos introduzidas pela norma, na definição de seu protocolo de comunicação de dados, é o fato de que os pontos internos a um IED não são endereçados por números, como em outros protocolos, mas são considerados “objetos” e endereçados por nomes que são padronizados pela norma.

Internamente aos IEDs IEC61850 existe um mapa dos objetos, arranjados em uma estrutura hierárquica. Na comunicação entre um cliente (por exemplo, o Action.NET) e o servidor (por exemplo um Relé digital-IED) trafegam nas mensagens do protocolo estes nomes de objetos (pelo menos no estabelecimento inicial da comunicação).

Para se ter uma ideia geral sobre estes nomes de objetos apresenta-se aqui, de modo sucinto, a estrutura da hierarquia dos mapas de endereçamento do IEC61850.



**LD – Logical Devices** – São os dispositivos lógicos dentro deste servidor físico, que funcionam como “containers” de funções (Logical Nodes) ou mesmo como “gateways” entre LNs de LDs diferentes. Geralmente são usados os nomes internos do IED na parte inicial do nome (prefixos) e sufixos que indiquem a função principal do LD. São exemplos de sufixos CTRL, MEAS, etc.

**LN – Logical Nodes** – São objetos que implementam as funções básicas bem definidas dentro do Logical Device. Os nomes dos Logical Nodes são padronizados. Cada LN contém objetos, conjuntos de dados, definições de Reports, de Logs, de grupos de parâmetros e serviços que implementam objetos e funções. Por exemplo, uma chave seccionadora, seu estado, seu controle, como o com o nome “Q0CSWI1”. O LN no caso é o CSWI – “Switch controller”. Outros exemplos de LNs seriam os que executam funções de medição (MMXU), de transformador de tensão (TVTR), de proteção de sobre corrente (PTOC), de proteção térmica (PTTR). Uma lista completa de LNs para uso em IEDs de subestações e as regras de formação de seus nomes são apresentadas na norma IEC61850- Part 5.

**FC – Functional Constraints** – A função definida pelo LN conterá vários objetos que são distribuídos em categorias definidas como FC-Functional Constraints. Por exemplo “CO” que conterá objetos de comando, “ST” que conterá objetos de sinalização digital, “RP”, para objetos do tipo Reports. A figura 4 apresenta objetos de medição que ficam na categoria “MX”. A lista de FCs a seguir foi obtida na norma IEC61850 Part 7-2- 2003 – Tabela 18 – Na tabela original há mais detalhes sobre cada item.

|           |   |
|-----------|---|
| <b>ST</b> | Status information  |
| <b>MX</b> | Measurands (analogue values)  |
| <b>CO</b> | Control DataAttribute shall be operated (control model) and read                      |
| <b>SP</b> | Setpoint DataAttribute shall represent a set-point: value may be controlled and read. |
| <b>SV</b> | Substitution DataAttribute shall represent a substitution                             |
| <b>CF</b> | Configuration DataAttribute shall represent a configuration                           |
| <b>DC</b> | Description DataAttribute shall represent a description                               |
| <b>SG</b> | Setting group Logical devices that implement the SGCB class                           |
| <b>SE</b> | Setting group   |
| <b>EX</b> | Extended definition   |
| <b>BR</b> | Buffered report   |
| <b>RP</b> | Unbuffered report   |
| <b>LG</b> | Logging Attribute shall represent a log control                                       |
| <b>GO</b> | Goose control Attribute shall represent a goose control                               |
| <b>GS</b> | Gsse control Attribute shall represent a goose control                                |
| <b>MS</b> | Multicast sampled value control   |
| <b>US</b> | Unicast sampled value control   |

**DO – Data objects** – Os Data Objects são objetos, com nomes padronizados, que contém a informação propriamente. Estes objetos podem ser simples, como o objeto “Pos”, que fornece a informação de posição do disjuntor. Há objetos mais complexos “A”, que representa uma corrente trifásica. Ele é constituído, de quatro Data Attributes, cada um dos quais, com Data Attributes filhos informações de corrente de cada fase e de um neutro. Tem-se neste último caso, múltiplos níveis de Data Attributes na hierarquia abaixo de um Data Object.

São exemplos de DataObjects:

- Beh – Behavior of LN
- Health - state of the logical node related HW and SW.
- Loc - switchover between local and remote operation
- Mod – Mode and behavior: On, Blocked, Test, Test/Blocked, Off
- Pos – Switch position
- A – Current
  - neut – phase neutral
  - phsA, phsB, PhsC – phases A, B and C
- Hz - Frequency
- PPV - Phase to phase voltages.
- PhV - Phase to ground voltages for Phases 1, 2, and 3, including Angle

**DA – Data attributes** - Cada objeto hierarquicamente abaixo de um Data Object ou de outro Data Attribute, no caso “ctlNum” ou uma fase da corrente como “phsC”. Exemplos:

No caso de “Pos” pode-se ver quatro Data Attributes:

- stVal* – que contém o estado do disjuntor
- q* – a qualidade do dado
- t* – timestamp da amostragem
- ctlNum* - número de sequência de troca de status objeto de dados

No caso da corrente “pshC”, além dela mesma ser um Data Attribute, esta contém ainda 4 Data Attributes abaixo de si:

- cVal* - a medida da corrente
- instCval* - a medida instantânea da corrente na última aquisição
- q* – a qualidade do dado
- t* – timestamp da amostragem.

## 1.4 Módulo de Comunicação

O módulo de comunicação (Módulo de comunicação) é composto por duas bibliotecas que trabalham em conjunto: Comunicação e Integração.

### 1.4.1 Biblioteca de Comunicação

A biblioteca de comunicação é desenvolvida na linguagem de programação C++ sendo responsável pela comunicação entre o Módulo de comunicação e equipamento. Foi projetada de acordo com a edição 2 da série padrão IEC 61850.

#### 1.4.1.1 Objetos suportados

A tabela a seguir fornece uma visão geral dos objetos IEC 61850 suportados.

| IEC 61850 Objects                 | MMS Object                         |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| SERVER class                      | Virtual Manufacturing Device (VMD) |
| LOGICAL DEVICE class              | Domain                             |
| LOGICAL NODE class                | Named Variable                     |
| DATA class                        | Named Variable                     |
| DATA-SET class                    | Named Variable List                |
| SETTING-GROUP-CONTROL-BLOCK class | Named Variable                     |
| REPORT-CONTROL-BLOCK class        | Named Variable                     |
| LOG class                         | Journal                            |
| LOG-CONTROL-BLOCK class           | Named Variable                     |
| GOOSE-CONTROL-BLOCK class         | Named Variable                     |
| GSSE-CONTROL-BLOCK class          | Named Variable                     |
| CONTROL class                     | Named Variable                     |
| Files                             | Files                              |

#### 1.4.1.2 Serviços suportados

A tabela a seguir fornece uma visão geral dos serviços ACSI (Abstract Communication Service Interface) IEC 61850 suportados.

| IEC 61850 Model                | IEC 61850 Services |                        | AA:<br>TP/MC | Client | Server |
|--------------------------------|--------------------|------------------------|--------------|--------|--------|
| <b>Server</b>                  | S1                 | ServerDirectory        | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S2                 | Associate              | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Application association</b> | S3                 | Abort                  | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S4                 | Release                | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Logical device</b>          | S5                 | LogicalDeviceDirectory | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Logical node</b>            | S6                 | LogicalNodeDirectory   | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S7                 | GetDataValues          | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Data</b>                    | S8                 | GetDataValues          | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S9                 | SetDataValues          | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S10                | GetDataDirectory       | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S11                | GetDataDefinition      | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Data set</b>                | S12                | GetDataSetValues       | TP           | ✓      | ✓      |
|                                | S13                | SetDataSetValues       | TP           | ✓      | ✓      |

| IEC 61850 Model                               | IEC 61850 Services |                       | AA:<br>TP/MC | Client | Server |
|---|--------------------|-----------------------|--------------|--------|--------|
|   | S14                | CreateDataSet         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S15                | DeleteDataSet         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S16                | GetDataSetDirectory   | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Substitution</b>                           | S17                | SetDataValues         | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Setting group control block</b>            | S18                | SelectActiveSG        | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S19                | SelectEditSG          | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S20                | SetSGValues           | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S21                | ConfirmEditSGValues   | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S22                | GetSGValues           | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S23                | GetSGCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Buffered report control block (BRCB)</b>   | S24                | Report                | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S24-1              | data-change (dchg)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S24-2              | qchg-change (qchg)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S24-3              | data-update (dupd)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S25                | GetBRCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S26                | SetBRCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Unbuffered report control block (URCB)</b> | S27                | Report                | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S27-1              | data-change (dchg)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S27-2              | qchg-change (qchg)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S27-3              | data-update (dupd)    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S28                | GetURCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S29                | SetURCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>Log control block</b>                      | S30                | GetLCBValues          | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S31                | SetLCBValues          | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S32                | QueryLogByTime        | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S33                | QueryLogAfter         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S34                | GetLogStatusValues    | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>GOOSE control block</b>                    | S35                | SendGOOSEMessage      | MC           | ✓      | ✓      |
|   | S36                | GetGoReference        | TP           |        |        |
|   | S37                | GetGOOSEElementNumber | TP           |        |        |
|   | S38                | GetGoCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S39                | SetGoCBValues         | TP           | ✓      | ✓      |
| <b>GSSE control block</b>                     | S40                | SendGSSEMessage       | MC           |        |        |
|   | S41                | GetGsReference        | TP           |        |        |
|   | S42                | GetGSSEElementNumber  | TP           |        |        |
|   | S43                | GetGsCBValues         | TP           |        |        |
|   | S44                | SetGsCBValues         | TP           |        |        |



| IEC 61850 Model   | IEC 61850 Services |                                   | AA:<br>TP/MC | Client | Server |
|---|--------------------|-----------------------------------|--------------|--------|--------|
| Multicast SVC   | S45                | SendMSVMessage                    | MC           |        | ✓      |
|   | S46                | GetMSVCBValues                    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S47                | SetMSVCBValues                    | TP           | ✓      | ✓      |
| Unicast SVC   | S48                | SendUSVMessage                    | TP           |        | ✓      |
|   | S49                | GetUSVCBValues                    | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S50                | SetUSVCBValues                    | TP           | ✓      | ✓      |
| Control   | S51                | Select                            | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S52                | SelectWithValue                   | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S53                | Cancel                            | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S54                | Operate                           | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S55                | Command-Termination               | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S56                | TimeActivated-Operate             | TP           | ✓      | ✓      |
| File transfer   | S57                | GetFile                           | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S58                | SetFile                           | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S59                | DeleteFile                        | TP           | ✓      | ✓      |
|   | S60                | GetFileAttributeValues            | TP           | ✓      | ✓      |
| Time  | T1                 | Time resolution of internal clock |              | 1ms    | 1ms    |
|   | T2                 | Time accuracy of internal clock   |              |        |        |
|   | T3                 | Supported Timestamp resolution    |              | 1ms    | 1ms    |
| <b>AA</b> – Application association<br><b>TP</b> – Two-party application association (MMS over TCP/IP or Unicast Sampled Value on top of Ethernet)<br><b>MC</b> – Multicast application association (GOOSE or SV using multicast messages on top of Ethernet)<br><b>✓</b> – Supported |                    |                                   |              |        |        |

## 1.4.2 Biblioteca de Integração

A biblioteca de integração é desenvolvida na linguagem de programação C# e a biblioteca é responsável pela integração entre o Módulo de comunicação e o SCADA. Ela tem como objetivo transacionar as informações lidas e escritas entre o equipamento e o Action.NET.

### 1.4.2.1 Objetos implementados

A tabela a seguir fornece uma visão geral dos objetos IEC 61850 implementados. Os campos assinalados (✓) indicam a implementação do serviço.

| IEC 61850 Objects                 |   |
|-----------------------------------|---|
| SERVER class                      |   |
| LOGICAL DEVICE class              | ✓ |
| LOGICAL NODE class                | ✓ |
| DATA class                        | ✓ |
| DATA-SET class                    | ✓ |
| SETTING-GROUP-CONTROL-BLOCK class |   |
| REPORT-CONTROL-BLOCK class        | ✓ |
| LOG class                         |   |
| LOG-CONTROL-BLOCK class           |   |
| GOOSE-CONTROL-BLOCK class         |   |
| GSSE-CONTROL-BLOCK class          |   |
| CONTROL class                     | ✓ |
| Files                             |   |

### 1.4.2.2 Serviços implementados

A tabela a seguir fornece uma visão geral dos serviços ACSI (Abstract Communication Service Interface) IEC 61850 implementados. Os campos assinalados (✓) indicam a implementação do serviço.

| IEC 61850 Model         | IEC 61850 Services |                        |   |
|-------------------------|--------------------|------------------------|---|
| Server                  | S1                 | ServerDirectory        | ✓ |
|                         | S2                 | Associate              | ✓ |
| Application association | S3                 | Abort                  | ✓ |
|                         | S4                 | Release                | ✓ |
| Logical device          | S5                 | LogicalDeviceDirectory | ✓ |
| Logical node            | S6                 | LogicalNodeDirectory   | ✓ |
|                         | S7                 | GetDataValues          | ✓ |
| Data                    | S8                 | GetDataValues          | ✓ |
|                         | S9                 | SetDataValues          | ✓ |
|                         | S10                | GetDataDirectory       | ✓ |
|                         | S11                | GetDataDefinition      | ✓ |
| Data set                | S12                | GetDataSetValues       | ✓ |
|                         | S13                | SetDataSetValues       |   |
|                         | S14                | CreateDataSet          |   |
|                         | S15                | DeleteDataSet          |   |
|                         | S16                | GetDataSetDirectory    | ✓ |
| Substitution            | S17                | SetDataValues          |   |

| IEC 61850 Model                        | IEC 61850 Services |                       |   |
|--|--------------------|-----------------------|---|
| Setting group control block            | S18                | SelectActiveSG        |   |
|  | S19                | SelectEditSG          |   |
|  | S20                | SetSGValues           |   |
|  | S21                | ConfirmEditSGValues   |   |
|  | S22                | GetSGValues           |   |
|  | S23                | GetSGCBValues         |   |
| Buffered report control block (BRCB)   | S24                | Report                | ✓ |
|  | S24-1              | data-change (dchg)    | ✓ |
|  | S24-2              | qchg-change (qchg)    | ✓ |
|  | S24-3              | data-update (dupd)    | ✓ |
|  | S25                | GetBRCBValues         | ✓ |
|  | S26                | SetBRCBValues         | ✓ |
| Unbuffered report control block (URCB) | S27                | Report                | ✓ |
|  | S27-1              | data-change (dchg)    | ✓ |
|  | S27-2              | qchg-change (qchg)    | ✓ |
|  | S27-3              | data-update (dupd)    | ✓ |
|  | S28                | GetURCBValues         | ✓ |
|  | S29                | SetURCBValues         | ✓ |
| Log control block                      | S30                | GetLCBValues          |   |
|  | S31                | SetLCBValues          |   |
|  | S32                | QueryLogByTime        |   |
|  | S33                | QueryLogAfter         |   |
|  | S34                | GetLogStatusValues    |   |
| GOOSE control block                    | S35                | SendGOOSEMessage      |   |
|  | S36                | GetGoReference        |   |
|  | S37                | GetGOOSEElementNumber |   |
|  | S38                | GetGoCBValues         |   |
|  | S39                | SetGoCBValues         |   |
| GSSE control block                     | S40                | SendGSSEMessage       |   |
|  | S41                | GetGsReference        |   |
|  | S42                | GetGSSEElementNumber  |   |
|  | S43                | GetGsCBValues         |   |
|  | S44                | SetGsCBValues         |   |
| Multicast SVC                          | S45                | SendMSVMessage        |   |
|  | S46                | GetMSVCBValues        |   |
|  | S47                | SetMSVCBValues        |   |
| Unicast SVC                            | S48                | SendUSVMessage        |   |
|  | S49                | GetUSVCBValues        |   |

| IEC 61850 Model | IEC 61850 Services |                                   |   |
|-----------------|--------------------|-----------------------------------|---|
|                 | S50                | SetUSVCBValues                    |   |
| Control         | S51                | Select                            | ✓ |
|                 | S52                | SelectWithValue                   | ✓ |
|                 | S53                | Cancel                            |   |
|                 | S54                | Operate                           | ✓ |
|                 | S55                | Command-Termination               |   |
|                 | S56                | TimeActivated-Operate             |   |
| File transfer   | S57                | GetFile                           |   |
|                 | S58                | SetFile                           |   |
|                 | S59                | DeleteFile                        |   |
|                 | S60                | GetFileAttributeValues            |   |
| Time            | T1                 | Time resolution of internal clock |   |
|                 | T2                 | Time accuracy of internal clock   |   |
|                 | T3                 | Supported Timestamp resolution    |   |

### 1.4.2.3 Functional Constraints implementadas

A tabela a seguir fornece uma visão geral da propriedade Functional Constraint encontrada em cada atributo de um nó lógico. Os campos assinalados (✓) indicam a implementação da leitura ou escrita.

| Functional Constraint |                                     | Read | Write |
|-----------------------|-------------------------------------|------|-------|
| BL                    | Blocking                            |      |       |
| BR                    | Buffered report                     | ✓    | ✓     |
| CF                    | Configuration                       | ✓    | ✓     |
| CO                    | Control                             |      | ✓     |
| DC                    | Description                         | ✓    | ✓     |
| EX                    | Extended definition                 | ✓    | ✓     |
| LG                    | Log control blocks                  |      |       |
| MS                    | Multicast SV                        |      |       |
| MX                    | Measurands (analog values)          | ✓    |       |
| OR                    | Operate received                    |      |       |
| RP                    | Unbuffered report                   | ✓    | ✓     |
| SE                    | Setting group editable              |      |       |
| SG                    | Setting group                       |      |       |
| SP                    | Setpoint                            | ✓    | ✓     |
| SR                    | Service response / Service tracking |      |       |
| ST                    | Status information                  | ✓    |       |
| SV                    | Substitution                        |      |       |
| US                    | Unicast SV                          |      |       |

## 1.5 Funcionamento

O módulo de comunicação trabalha, de forma resumida, com a seguinte sequência de etapas.

| Etapa | Descrição  |
|-------|--|
| 1     | <b>Inicialização do canal</b><br>A leitura das configurações do canal é realizada.<br>A leitura das configurações no arquivo IEC61850.xml é realizada. |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | A validação das informações é realizada.   |
| 2 | <b>Inicialização do(s) nó(s)</b>           | É estabelecida uma comunicação e leitura da estrutura de dados do equipamento. Essa leitura é imprescindível para o funcionamento do Módulo de comunicação. Essa etapa é recursiva, ou seja, apenas quando ela for completada com sucesso que o Módulo de comunicação irá prosseguir para a próxima etapa. |
| 3 | <b>Inicialização do(s) ponto(s)</b>        | A leitura dos pontos cadastrados é realizada.<br>A validação do cadastro dos pontos é realizada. É também avaliado se o ponto existe e se o Módulo de comunicação possui implementação para ler ou escrever no ponto.  |
| 4 | <b>Inicia tarefas de leitura e escrita</b> | A tarefa de leitura de arquivos COMTRADE e de pontos é iniciada de acordo com as configurações do nó.<br>A tarefa de escrita é iniciada e acionada quando um ponto do tipo de escrita troca de valor.<br>A tarefa de leitura de reports recebidos é iniciada e os pontos de reports são assinados.         |
| 5 | <b>Executa ciclicamente as tarefas</b>     | As tarefas de leitura e escrita são executadas conforme configuradas. Caso haja perda de conexão, volta para etapa 2.  |

## 2. CONFIGURAÇÃO DE CANAL (CHANNEL CONFIG)

### 2.1 Opções do Protocolo (Protocol Options)

| Item                | Descrição  |  |
|---------------------|--|--|
| Logging level       | Debug  | Todas as mensagens são registradas no LOG.                           |
|                     | Info   | Apenas as mensagens de Info, Warning e Error são registradas no LOG. |
|                     | Warning  | Apenas as mensagens de Warning e Error são registradas no LOG.       |
|                     | Error  | Apenas as mensagens de Error são registradas no LOG.                 |
| Log files           | Número máximo de arquivos de log mantidos antes que o mais antigo seja apagado.  |  |
| Log file size       | Tamanho máximo de cada arquivo de log.<br>Especifique o tamanho máximo com os sufixos KB, MB ou GB.  |  |
| Command password    | Para aumentar a segurança no envio de comandos, normalmente iniciados apenas por uma mudança no estado de um tag, é possível especificar aqui uma senha de até 9 algarismos, que será verificada pelo módulo de comunicação contra o valor atual, no momento do recebimento do comando, com o atributo <i>EstimatedValue</i> do tag envolvido no comando. Assim na operação de envio de comando por uma janela, script, etc. deverá ser carregado este número neste atributo. O módulo de comunicação, após executar o comando, passa para ZERO o valor de <i>EstimatedValue</i> . Deixando esta opção com zero, a verificação não será feita. |  |
| Command timeout (s) | Tempo em segundos para determinar que um comando alcançou o tempo máximo para ser executado.   |  |

### 2.2 Interface

CustomTCPIP

### 2.3 Estado Inicial (Initial State)

Enabled

### 3. CONFIGURAÇÃO DE NÓS (NODE CONFIG)

#### 3.1 Estação Primária (Primary Station)

| Item                              | Descrição  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| IP                                | Endereço IP do IED (0.0.0.0)   |   |
| Port                              | Número da porta de comunicação com o IED. (Padrão: 102)  |   |
| Connection timeout (ms)           | Tempo máximo em milissegundos para estabelecer uma conexão TCP/IP com o IED.   |   |
| Connection password               | Senha que será usada para autenticar a conexão com o IED.  |   |
| Reading mode                      | Polling/Report   | Habilita requisições de leitura por polling e report. |
|                                   | Polling  | Habilita requisições de leitura por polling.          |
|                                   | Report   | Habilita requisições de leitura por report.           |
| Analog read polling rate (ms)     | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo analógico (AI). Valor zero (0) desabilita essa leitura.   |   |
| Digital read polling rate (ms)    | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo digital (BI). Valor zero (0) desabilita essa leitura.   |   |
| Datasets read polling rate (ms)   | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura de todos os pontos de tipo DataSet (DS, DS1, DS2, DS3, DS4). Valor zero (0) desabilita essa leitura.   |   |
| Dataset T1 read polling rate (ms) | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo DataSet (DS1). Valor zero (0) desabilita essa leitura.  |   |
| Dataset T2 read polling rate (ms) | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo DataSet (DS2). Valor zero (0) desabilita essa leitura.  |   |
| Dataset T3 read polling rate (ms) | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo DataSet (DS3). Valor zero (0) desabilita essa leitura.  |   |
| Dataset T4 read polling rate (ms) | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos pontos de tipo DataSet (DS4). Valor zero (0) desabilita essa leitura.  |   |
| Report enable polling rate (ms)   | Período de tempo em milissegundos para verificar se os pontos de report estão habilitados. A verificação é feita lendo o valor do atributo <b>RptEna</b> de cada ponto de report. Valor zero (0) desabilita esta verificação cíclica e o sistema somente tentará ativar e subscrever os Reports uma vez durante a inicialização. |   |

| Item   | Descrição  |  |
|--|--|--|
| <b>Communication status tag</b>                    | Informe o Nome de uma TAG de tipo integer previamente criada.<br>0 = Comunicação Offline<br>1 = Comunicação Online   |  |
| <b>Last command error tag</b>                      | Nome da TAG de tipo Inteiro.<br>Os erros vem acompanhados de códigos e eles podem ser consultados na sessão 7.2.1  |  |
| <b>SCL file name to config points</b>              | Nome do arquivo SCL, que será utilizado para leitura de pontos pelo browser na configuração de pontos.<br>O diretório de busca dos arquivos é: C:\Action.NET\Projects\                               |  |
| <b>Quality changes timestamp</b>                   | Enabled  | Habilita a atualização da data/hora quando apenas a qualidade do ponto mudar.  |
|  | Disabled   | Desabilita a atualização da data/hora quando apenas a qualidade do ponto mudar.  |
| <b>Ignore polling on points updated by reports</b> | Enabled  | Pontos de reports habilitados terão o pedido de leitura por polling ignorado. Há um ganho de performance nesse caso, mas uma perda na integridade dos dados lidos. |
|  | Disabled   | Pontos de reports habilitados terão o pedido de leitura por polling. Há uma perda de performance nesse caso, mas um ganho de integridade dos dados lidos.          |
| <b>COMTRADE files reading mode</b>                 | Download   | Nesse modo de operação, o driver irá transferir os arquivos COMTRADE para o computador.  |
|  | Download/Delete  | Nesse modo de operação, o driver irá transferir os arquivos COMTRADE para o computador e deleta-los do IED após a transferência ser concluída com sucesso.         |
| <b>COMTRADE files download folder</b>              | Diretório onde os arquivos COMTRADE transferidos serão salvos.   |  |
| <b>COMTRADE files download polling rate (ms)</b>   | Período de tempo em milissegundos para requisições de leitura dos arquivos COMTRADE. Valor zero (0) desabilita essa leitura.   |  |
| <b>FTP username</b>                                | Usuário com permissão para leitura dos arquivos COMTRADE por protocolo FTP.<br><b>Se este campo estiver preenchido. A leitura do arquivos será feita por FTP, caso contrário será feita por MMS.</b> |  |
| <b>FTP password</b>                                | Senha do usuário com permissão para leitura dos arquivos COMTRADE por protocolo FTP.   |  |

### 3.2 Estação Secundária (Backup Station)

As mesmas configurações feitas para a estação primária podem ser feitas para uma estação secundária, se existir na instalação.



## 4. CONFIGURAÇÃO DE PONTOS (POINTS CONFIG)

A tabela de pontos no Action.NET precisa conter a correspondência entre os nomes de pontos (tags) em Action.NET e os nomes dos objetos de dados IEC61850 nos IEDs remotos, que são a fonte da informação ou que são objetivos de telecomandos.

O formato de endereço do ponto no Action.NET é separado por dois pontos e composto obrigatoriamente pelos campos Tipo e Endereço. No entanto, alguns tipos de pontos possuem campos adicionais após o endereço.

### 4.1 Tipo

O tipo de ponto foi criado para fins de cadastro com intuito de organizar, agrupar e categorizar os endereços do IEC 61850.

Pontos com acesso de escrita são atualizados quando a Tag muda o valor. Pontos com acesso de leitura são lidos de acordo com o período de requisição de leitura definido na configuração do nó. Alguns tipos são mais complexos estão explicados nas subseções (4.1.x).

| Nome       |                               | Tipo da Tag                | Acesso  | Descrição  |
|------------|-------------------------------|----------------------------|---------|--|
| <b>AI</b>  | Analog input                  | Double                     | Leitura | Entrada analógica.   |
| <b>BI</b>  | Binary input                  | Integer                    | Leitura | Entrada digital.   |
| <b>AO</b>  | Analog output                 | Double                     | Escrita | Saída analógica.   |
| <b>BO</b>  | Binary output                 | Digital                    | Escrita | Saída digital.   |
| <b>RP</b>  | Unbuffered report             | Digital                    | Leitura | Report não buferizado.<br>(0) Report não assinado<br>(1) Report assinado |
| <b>BR</b>  | Buffered report               | Digital                    | Leitura | Report buferizado.<br>(0) Report não assinado<br>(1) Report assinado     |
| <b>RPF</b> | Unbuffered report flag        | Digital<br>Integer<br>Text | Leitura | Atributo de um Report não buferizado.                                    |
| <b>BRF</b> | Buffered report flag          | Digital<br>Integer<br>Text | Leitura | Atributo de um Report não buferizado.                                    |
| <b>DS</b>  | DataSet                       | Digital                    | Leitura | Leitura de todos os pontos do DataSet.                                   |
| <b>DS1</b> | DataSet T1                    | Digital                    | Leitura | Leitura de todos os pontos do DataSet.                                   |
| <b>DS2</b> | DataSet T2                    | Digital                    | Leitura | Leitura de todos os pontos do DataSet.                                   |
| <b>DS3</b> | DataSet T3                    | Digital                    | Leitura | Leitura de todos os pontos do DataSet.                                   |
| <b>DS4</b> | DataSet T4                    | Digital                    | Leitura | Leitura de todos os pontos do DataSet.                                   |
| <b>INC</b> | Integer output control        | Integer                    | Escrita | Inteiro 32 bits  |
| <b>BSC</b> | Binary step position control  | Integer                    | Escrita | (0) Stop<br>(1) Lower<br>(2) Higher<br>(3) Reserverd                     |
| <b>ISC</b> | Integer control step position | Integer                    | Escrita | Inteiro 8 bits (-64 ... 63)  |
| <b>CS</b>  | Command signalling            | Digital                    | Leitura | Sinalização de comando.  |

### 4.1.1 Binary output (BO)

O tipo Binary output (BO) possui o campo adicional *Command Parameter*. Esse campo é utilizado para definir um valor fixo a ser enviado por comando, quando a tag digital associada ao ponto trocar de valor. Segue abaixo um exemplo de utilização.

| Passo |             | Parâmetros |  |
|-------|-------------|------------|--|
| 1     | Criar tag   | Nome       | DISJUNTOR_DESLIGADO                                      |
|       |             | Tipo       | Digital  |
| 2     | Criar tag   | Nome       | DISJUNTOR_LIGADO   |
|       |             | Tipo       | Digital  |
| 3     | Criar ponto | Tag        | DISJUNTOR_DESLIGADO                                      |
|       |             | Endereço   | Binary output (BO)<br>IED7SJ63CTRL/Q0CSWI1\$CO\$Pos<br>0 |
| 4     | Criar ponto | Tag        | DISJUNTOR_LIGADO   |
|       |             | Endereço   | Binary output (BO)<br>IED7SJ63CTRL/Q0CSWI1\$CO\$Pos<br>1 |

Associando a Tag (DISJUNTOR\_DESLIGADO) à um botão “Desligar” e Tag (DISJUNTOR\_LIGADO) “Ligar” com ação de *ToggleValue*. Ao se alternar o valor da tag de 0 para 1 ou de 1 para 0. Será gerado um comando passando o valor fixo definido no endereço.

### 4.1.2 DataSet (DS) (DS1) (DS2) (DS3) (DS4)

Um DataSet é um objeto que contém uma lista de nomes de Data Objects. Os DataSets são normalmente pré-configurados nos IEDs servidores. Os conteúdos (estado, medida, timestamp, qualidade) dos Data Object de um DataSet podem ser obtido de duas formas:

- Pela solicitação de uma leitura do DataSet, fazendo-se referência ao seu nome. Deve-se ter um ponto do tipo DataSet configurado na tabela de pontos, além de terem-se os pontos relativos a cada Data Object de interesse;
- Pela ativação de um Report que aponte para este Dataset, causando o envio não solicitado destes conteúdos (o que é descrito no próximo item: Reports.)

Pontos de DataSet são configurados para leitura por polling e são configurados com o tipo DS. Os tipos DS1, DS2, DS3 e DS4 existem caso queira-se configurar tempo de leitura diferentes para cada grupo de pontos DataSet.

### 4.1.3 Report (BR) (RP)

Para cada *Report* configurado no servidor, que se queira ativar para ser recebido pelo Action.NET, deve-se incluir uma entrada na tabela de pontos. Este ponto em tempo real conterá o estado atual do *Report* (0 – Desativado, 1 – Ativado). A informação de ativado ou não, é extraída da leitura do estado atual do atributo *RptEna* do *Report*. O período de amostragem desta leitura é de 1 segundo.

Os atributos *OptFlds* e *TrgOps* possuem os valores padrões:

- **OptFlds** = SEQ\_NUM, TIME\_STAMP, REASON\_FOR\_INCLUSION, DATA\_SET, DATA\_REFERENCE, ENTRY\_ID e CONF\_REV
- **TrgOps** = DATA\_CHANGED e GI

Esses campos podem ser customizados para receber outros valores para cada *Report*. Isso é possível utilizando uma função da janela browser descrita na sessão 5.7

#### 4.1.4 Report Flags (BRF) (RPF)

Alguns pontos de atributos do *Report* devem ser cadastrados para acompanhamento e controle.

| Atributo | Tag     | Descrição  |
|----------|---------|--|
| EntryID  | Text    | Identificador do <i>Report</i> recebido. É necessário para o controle correto do <i>Buffered Report</i> . Se houver desconexão, o Módulo de comunicação assina novamente o <i>Report</i> a partir do último EntryID cadastrado na Tag. Como é um valor, que deve ser armazenado. É imprescindível que a Tag esteja cadastrada para utilizar a funcionalidade <u>retentive</u> do Action.NET. |
| SqNum    | Integer | Número sequencial do Reports.  |

#### 4.2 Endereço

Os endereços em geral seguem o formato IEC 61850:

**LogicalDevice/LogicalNode\$FunctionalConstraint\$DataObject\$DataAttribute**

Para cada *Data Object* desejado, deve-se criar um ponto na tabela de pontos. No entanto, existem casos de *Data Objects* mais complexos, como medidas de Corrente, Tensão trifásica e etc. Nestes tem-se mais de um nível hierárquico de *Data Attributes* abaixo de si. O Módulo de comunicação conhece algumas estruturas e obtém automaticamente cada uma das fases, mas é necessária a especificação de cada uma delas na tabela de pontos (neste caso, cada um dos *Data Attributes* no primeiro nível hierárquico abaixo do *Data Object* corrente deve ser um ponto na tabela de pontos).

Pontos onde o Módulo de comunicação não sabe identificar qual o valor buscar em uma determinada estrutura. Apresentarão erros na inicialização. Essa deficiência pode ser corrigida melhorando o conhecimento do Módulo de comunicação em relação às estruturas ou o endereço pode ser cadastrado especificando o atributo que será o valor. A qualidade e o tempo desses atributos serão lidos da estrutura, a qual ele pertence.

Exemplo de endereço cadastrado até a estrutura:

**IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA**

- Ignorar => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$instCVal\$mag\$f
- Valor => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$scVal\$mag\$f
- Qualidade => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$q
- Tempo => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$t

Exemplo de endereço cadastrado até o atributo:

**IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$scVal\$mag\$f**

- Valor => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$scVal\$mag\$f
- Qualidade => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$q
- Tempo => IED7SJ63MEAS/MMXU1\$MX\$PhV\$phsA\$t

### 4.3 Tipo de Acesso (Access Type)

Dois tipos de acesso (*Access Type*) leitura (*Read*) e escrita (*Write*) devem ser criados, configurados e associados a cada ponto.

#### 4.3.1 Leitura (Read)

| Read              |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Name              | Read                     |
| ReadOnStartup     | True (Assinalado)        |
| ReadEnable        | Always                   |
| ReadPollingRate   | 00:00:01.00 (one second) |
| ReadTrigger       |                          |
| ReadStatus        |                          |
| ReadCompleted     |                          |
| WriteEventEnabled | False (Desmarcado)       |
| WriteEvent        | Changed                  |
| WriteTrigger      |                          |
| WriteStatus       |                          |
| WriteCompleted    |                          |
| AcceptUnsolicited | False (Desmarcado)       |
| UseStaticBlocks   | False (Desmarcado)       |
| BlockCommand      |                          |
| Description       |                          |

#### 4.3.2 Escrita (Write)

| Write             |                    |
|-------------------|--------------------|
| Name              | Write              |
| ReadOnStartup     | False (Desmarcado) |
| ReadEnable        | Never              |
| ReadPollingRate   |                    |
| ReadTrigger       |                    |
| ReadStatus        |                    |
| ReadCompleted     |                    |
| WriteEventEnabled | True (Assinalado)  |
| WriteEvent        | Changed            |
| WriteTrigger      |                    |
| WriteStatus       |                    |
| WriteCompleted    |                    |
| AcceptUnsolicited | False (Desmarcado) |
| UseStaticBlocks   | False (Desmarcado) |
| BlockCommand      |                    |
| Description       |                    |

## 5. JANELA BROWSER

### 5.1 Geral

Para facilitar o cadastramento de objetos existentes em um servidor IEC61850 (IED), está disponível a *Janela Browser de IEC61850*, apresentada a seguir.

Para um dado registro de ponto na tabela de pontos, a janela de detalhes do campo Address é mostrada na figura abaixo. Nesta janela siga os passos 1 e 2 para abrir o browser.

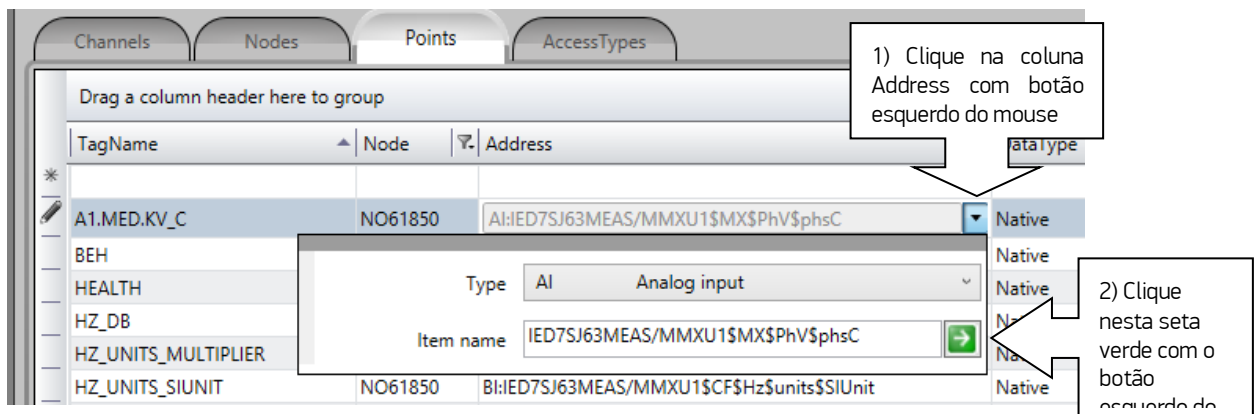




Figura 9 – Abrir browser para colocar ponto

O browser pode navegar sobre um IED () ou sobre um arquivo SCL (). Assim, se a opção File SCL está habilitada e foi fornecido um IP do IED, o browser iniciará acessando o IED e as setas duplas alternam a opção selecionada.

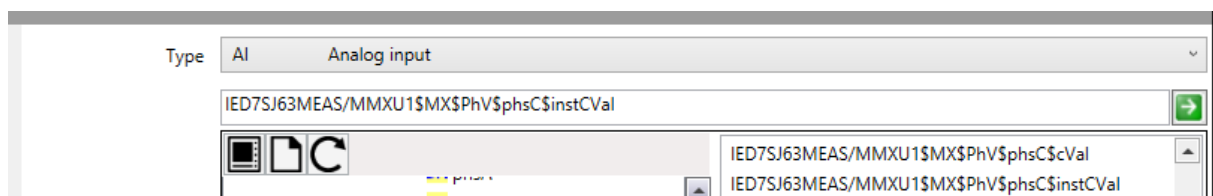


Figura 10 – Seleção entre IED e File SCL

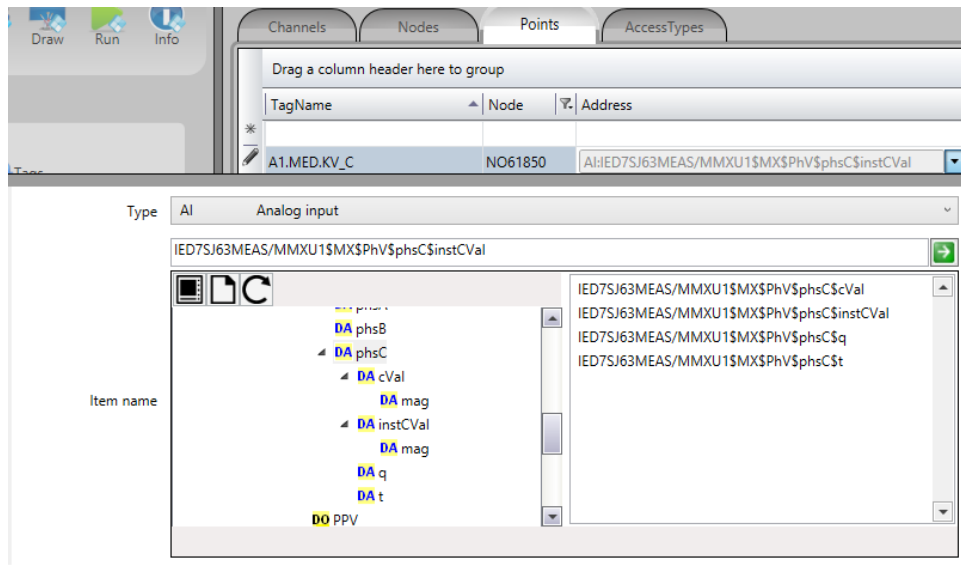


Figura 11 – Abertura de janela de “browseamento” passo 2

A Janela é constituída de dois quadros apresentados lado a lado. No quadro da esquerda é apresentada uma estrutura hierárquica, em forma de uma árvore, com os dados do IED. Quando se clica sobre os ramos da árvore no quadro da esquerda, no quadro da direita serão listados os objetos disponíveis para aquele nível hierárquico de ramo.

Esta janela ao ser carregada mostra no quadro da esquerda o servidor designado pelo campo Node do registro do ponto em questão. Clicando-se na árvore com o botão esquerdo do mouse, sobre o nome do servidor, ocorre a expansão do ramo mostrando os itens de dados do servidor.

A Hierarquia definida na norma IEC61850:

LD – Logical Devices – São os devices lógicos dentro deste servidor físico.

LN – Logical Nodes – Implementam funções básicas dentro do LD

FC – Functional Constraints

DO – Data objects

DA – Data attributes

## 5.2 Fontes de Dados

Para a carga de informações nesta janela dos Data Objects , Reports e DataSets configurados no IED servidor pode-se fazer conexão direta com um IED real ou a leitura de um dos tipos de arquivo suportados pela linguagem SCL (Substation Configuration Language). Os arquivos suportados são ICD (IED Capability Description), SCD (Substation Configuration Description) e CID (Configurated IED Description).

Ao se clicar com o botão direito do mouse sobre o nome do servidor corrente pode-se escolher a opção de “browseamento” do servidor: conexão remota ou através de arquivo de descrição.

## 5.3 Conexão Real com o IED

Se for escolhida conexão direta com o IED, quando se clica sobre o nome de um servidor, pela primeira vez desde que a janela foi aberta, o browser faz a tentativa de conexão com o IED definido para este servidor. Se a conexão tiver sucesso ocorre à expansão da árvore sendo mostrados os Logical

Devices existentes no servidor. Clicando-se sobre cada Logical Device é feita a leitura de todos os objetos existentes para este Logical Device.

No caso de demora na carga de dados, pode estar ocorrendo falha de comunicação com o IED. Neste caso, na parte inferior da janela “Browser” aparece mensagens como: “*Não conectado*” ou “*Time-out*”. Na árvore, o ícone do IED poderá ser alterado para outro com um “X” vermelho indicando a falha de conexão. Para tentar nova conexão clique novamente sobre os itens LD (Logical Devices) que serão feitas novas tentativas de conexão. Em caso de problemas maiores de conexão feche o Browser e faça uma reinicialização completa do deste.

## 5.4 Leitura de Arquivo SCL

Para a carga da janela “browser” a partir da leitura de um arquivo tipo *SCL*, seu nome deverá ter sido especificado na configuração do Node e o arquivo deverá ter sido previamente colocado no diretório apontado na seção de opções de configuração de Nodes do projeto. Neste caso ao se clicar no nome do servidor, inicia-se a leitura do arquivo sendo mostrados os Logical Devices. Ao se clicar nos *LDs*, é feita a leitura de todos os objetos de dados existentes hierarquicamente abaixo do LD clicado na árvore.

Como já mencionado na descrição de configuração do canal Action.NET para tratamento de servidores (IEDs) do protocolo IEC61850, não é necessário que o nome do servidor especificado seja o mesmo que o configurado dentro do IED. No caso de leitura de arquivos *SCL*, para auxiliar o usuário, caso estes nomes sejam diferentes, e até mesmo porque poderia haver vários IEDS descritos em arquivos tipo *SCD*, aparece uma janela listando os nomes de IEDS encontrados no arquivo. O usuário deverá escolher o desejado para ser o utilizado naquele Node.

## 5.5 Data Objects

Quando se chega ao nível do Data Object desejado, para escolhê-lo, basta selecioná-lo clicando sobre ele na janela direita do browser pressionando OK em seguida, o mesmo será transferido para o campo Address da tabela de pontos, no registro de campo corrente. O campo Node deverá estar previamente preenchido com o nome do Node desejado como alvo do “browseamento”. Esta lista do lado direito da janela permite a seleção de múltiplos objetos. Se forem selecionados mais de um objeto, após ser clicado no OK, serão criados novos registros na tabela de pontos para comportar todos os itens selecionados.

Conforme o FC (Functional Constraint) do ponto escolhido (na figura os pontos têm como FC a sigla “MX”, que significa medidas) o sistema automaticamente sugere e escolhe o tipo de ponto para a coluna *Tipos* da tabela de pontos (neste caso será sugerido o tipo EA-Entrada Analógica). O tipo sugerido poderá ser alterado se necessário.

## 5.6 DataSets

Na árvore, após a parte de descrição dos dados, aparecem ramos com os *Reports* (buffered e Unbuffered) e os DataSets.

Um DataSet é um objeto na forma de um conjunto de DataObjects, pré-configurado no IED.

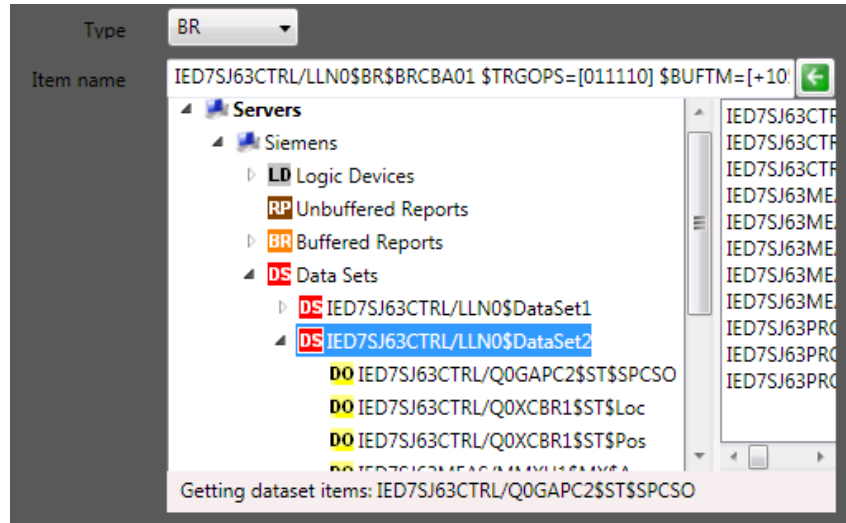


Figura 12 – Detalhe de DataSets na janela de “browseamento”

A figura acima mostra a lista de DataSets definidos neste IED servidor. Ao clicar-se no nome do DataSet são mostrados os objetos de dados (DO) que foram configurados neste DataSet. A lista destes objetos também aparece no quadro da direita da janela.

Para se configurar leituras por amostragem solicitada de um DataSet deve-se escolher o nome do DataSets e criar um registro na tabela de pontos, como já descrito na parte de configuração de pontos.

## 5.7 Reports

Reports são ações de envio de dados não solicitados, iniciadas pelos IEDs servidores, para os clientes que ativaram estes Reports.

Cada Report possui em sua configuração atributos que definem o seu comportamento. Um deles é o nome do DataSet a ser enviado pelo report. Cada vez que ocorrerem variações de estado de objetos de um DataSet, especificado pelo Report, uma nova instância deste Report será criada e enviada ao cliente.

Quando se clica nos ramos *RP – Unbuffered Reports* ou *BR – Buffered Reports*, obtém-se a expansão destes ramos com a apresentação dos Reports configurados no IED Servidor.

A forma com que é feita esta leitura, no caso de conexão direta ao IED, exige que para serem mostrados os Reports, tenham sido carregados anteriormente os LDs que os contém e os definem. Após uma destas cargas, se não estiverem aparecendo alguns reports, clique com o botão direito sobre o ramo RP ou BR principal e escolha o item “refrescar” no menu mostrado. No caso de leitura de arquivo ICD a carga de dados é sempre feita de maneira conjunta.

Para escolher-se um Report, cuja denominação deve ser transferida para a tabela de pontos, pode ser utilizado o nome do mesmo que aparece na árvore abaixo de Logical Nodes em BR ou RP. Esta escolha também pode ser feita nos ramos RP ou BR, após os LDs, que listam os Reports. Ao expandir estes ramos os nomes dos blocos de controle dos Reports aparecem no quadro direito da janela de browser.

## 5.8 Janela de Atributos de Reports

Quando se clica sobre um Report específico na árvore de pontos mostrada no browser (indicado pela seta vermelha na figura 12), é mostrada a janela de atributos do bloco de controle do Report (BRCB).

Nesta janela são apresentados os conteúdos dos atributos do report. Na coluna Data Objects, na esquerda, estão os nomes dos atributos. Na coluna central (Current Values) são mostrados os valores atuais lidos pelo browser, na coluna da direita com um clique sobre o atributo desejado abre-se uma



janela onde o usuário pode setar um novo valor para o atributo. O valor será carregado no servidor remoto na próxima execução de tempo real do cliente.

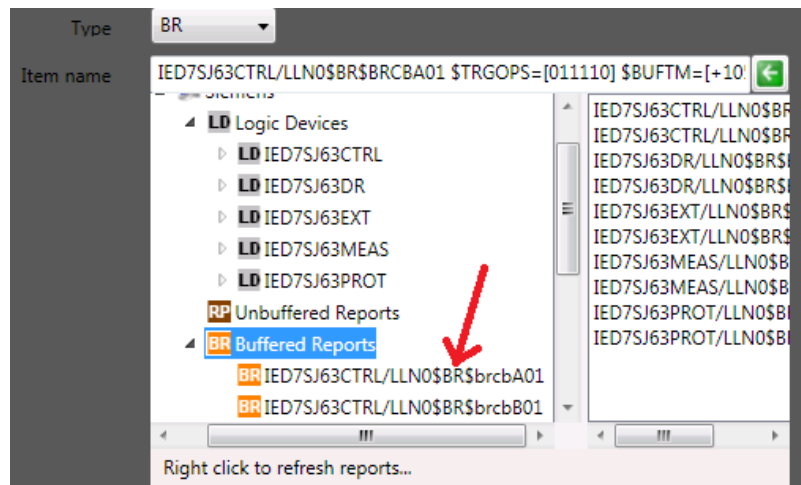


Figura 13 – Detalhe de Reports na janela de “browseamento”

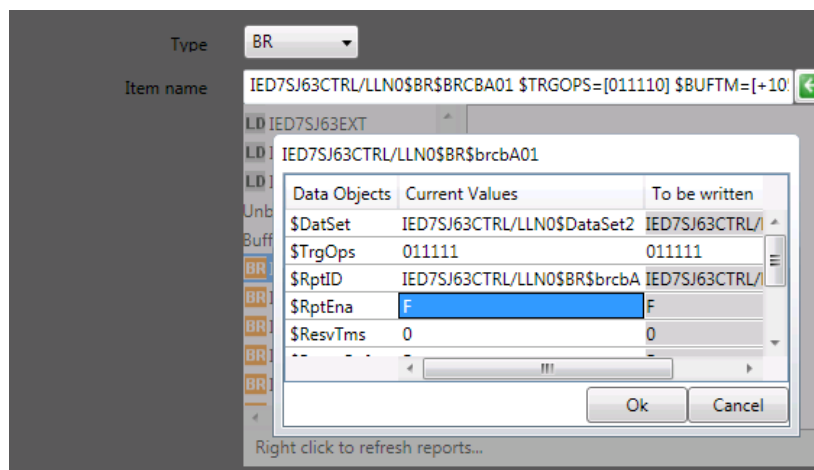
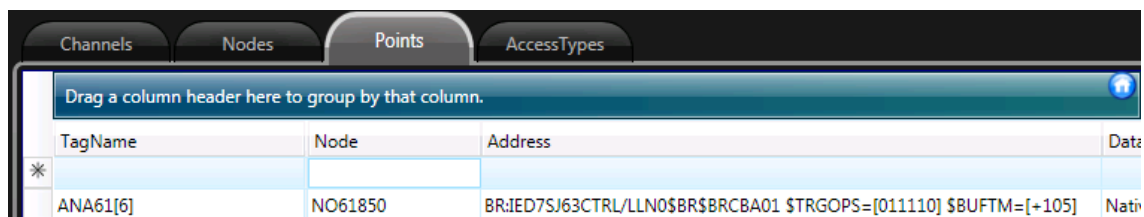


Figura 14 – Detalhe de DataSets na janela de “browseamento”

Na figura abaixo se têm um exemplo de um registro da tabela de pontos se alguns destes atributos de ControlBlock fossem modificados. No próprio registro da definição do Report, após o nome do Report, para cada atributo alterado é incluído seu nome e valor a ser setado. No exemplo abaixo foram modificados os atributos \$BufTm e os \$TrgOps.



| TagName    | Node    | Address   | Data |
|------------|---------|---|------|
| * ANA61[6] | NO61850 | BR:IED7S63CTRL/LLN0\$BR\$brcbA01 \$TRGOPS=[011110] \$BUFTM=[+105] | Nati |

Figura 15– Detalhe de DataSets na tabela de pontos

## 6. ARQUIVOS COMTRADE

## 6.1 Informação geral

A norma COMTRADE (IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange) define um formato padrão para os arquivos de dados e demais arquivos necessários para representar faltas, testes ou simulações. Até 4 tipos de arquivos podem ser gerados com as extensões \*.HDR, \*.CFG, \*.DAT e \*.INF.

- **HDR** (Cabeçalho) - É um arquivo de texto opcional. Ele contém informações gerais sobre o evento. É gravado em formato ASCII e seu conteúdo não necessita ser armazenado seguindo uma ordem específica.
- **CFG** (Configuração) - É um arquivo de texto obrigatório. É gravado em formato ASCII e seu conteúdo é organizado de modo a permitir sua leitura automatizada, através de um algoritmo computacional. Ele é composto por dados como o nome da subestação, número de canais analógicos e digitais, nomes dos canais, unidades, fatores de conversão, frequência do sistema elétrico, taxas de amostragem, data e hora e o formato com que o arquivo de dados foi gravado.
- **DAT** (Dados) - É um arquivo de texto obrigatório. É gravado em formato ASCII ou binário. Ele contém apenas números e corresponde às amostras realizadas das grandezas analógicas e digitais. Sua correta interpretação depende das informações contidas no arquivo de configuração. No arquivo de configuração são especificados meios de traduzir estes valores adequadamente para grandezas reais, tais como volts e amperes. Dados digitais são representados pelos algarismos "0" e "1".
- **INF** (Informação) - É um arquivo de texto opcional. É gravado em formato ASCII ou UTF-8. Ele contém informações extras além das mínimas requeridas para a aplicação do conjunto de dados. O formato fornece informações que podem ser lidas e usadas por qualquer usuário, e informações que podem ser acessíveis somente à usuários de uma classe em particular. O arquivo de informações é dividido em seções, que podem ser do tipo pública, ou privada. Cada seção consiste de uma linha de cabeçalho seguida por um determinado número de linhas de entrada. Seções públicas contêm informações que podem ser usadas por equipamentos e softwares de diversos tipos de fabricantes, seções privadas contêm informações que podem ser usadas somente por um fabricante específico de software, hardware ou equipamento.

## 6.2 Leitura e Gravação

O driver irá varrer os diretórios de arquivos do IED em busca por arquivos com as extensões \*.HDR, \*.CFG, \*.DAT e \*.INF. Essa varredura será feita por MMS ou FTP, a cada X período de tempo e salva em um diretório do computador conforme configurações definidas no nó.

Caso o arquivo já exista no diretório, o mesmo terá seu nome e última data de modificação comparados com a do arquivo no IED e isso definirá se o arquivo deve ser transferido ou deletado, caso esta opção esteja habilitada na configuração do nó.

As operações são registradas em nível de DEBUG no arquivo de LOG. E irão ser registradas, caso o nível de log na configuração do canal esteja definida para DEBUG. Para casos em que o FTP seja utilizado, um novo arquivo de LOG com nome FTP.log será gerado dentro da pasta de cada canal. Ele foi separado para ter uma melhor organização da depuração, quando a operação utilizar FTP para leitura dos arquivos COMTRADE.

## 7. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

### 7.1 Registros de operações (LOG)

O protocolo utiliza um sistema de registro de LOG em arquivo de texto e em evento do Windows. Existem quatro tipos de mensagem: *Debug*, *Info*, *Warning* e *Error*.

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Debug</b>   | Mensagens em nível mais baixo. Utilizada quando necessita-se identificar com mais detalhes cada processo. Geralmente utilizada por desenvolvedores, testadores e integradores. |
| <b>Info</b>    | Mensagens de informações importantes para acompanhamento do funcionamento do Módulo de comunicação.  |
| <b>Warning</b> | Mensagens de aviso, as quais podem ser ignoradas ou necessitam ser verificadas.  |
| <b>Error</b>   | Mensagens de erro, que não podem ser ignoradas e necessitam de atenção e correção imediata para o funcionamento correto do Módulo de comunicação.                              |

#### 7.1.1 Trace Window do Action.NET

O Action.NET possui a janela trace, que é executada no servidor e apresenta o registro de operações em tempo real de cada canal e nó. Ela possui 4 colunas importantes (Info 1, Info 2, Info 3 e Info 4), as quais, informam o Canal, Nó, Endereço do ponto e método executado pelo driver.

#### 7.1.2 Evento do Windows

O Módulo de comunicação está configurado internamente para registrar sempre todas as mensagens de Warning e Error. Essa regra independe da configuração de nível de log definida.

- O formato da mensagem é composto por: Canal, Nó (quando houver), Endereço do ponto (quando houver), Data/Hora, Tipo da mensagem, Thread, Método e mensagem.

#### 7.1.3 Arquivo de texto

- O Módulo de comunicação irá registrar as mensagens baseado no nível hierárquico definido na configuração de canal (Sessão 2 do Manual).
- O diretório é composto por pastas para cada canal e nó que foi inicializado. A raiz encontra-se em: C:\Action.NET\Projects\Log\Drivers\
- O diretório é composto por pastas para cada canal e nó que foram inicializados.
- O arquivo de texto é criado no formato: Log-DIA-MES-ANO.log
- Por exemplo, se configurado o armazenamento máximo de 30 arquivos, cada um com tamanho máximo de 35 Megabytes. A cada ciclo de dia um arquivo é criado, caso o mesmo não tenha ultrapassado o tamanho máximo. Caso, esse tamanho seja ultrapassado uma vez. Uma cópia do arquivo do dia com final .1 será criada e será criado um outro novo arquivo. Se o estouro se repetir no mesmo dia. O arquivo novo substitui a cópia e é iniciado um novo arquivo. Se não, um novo ciclo de arquivo diário é criado. Sendo assim, cada nó poderá armazenar aproximadamente 1076 Megabytes em disco.
- O formato da mensagem é composto por: Endereço do ponto (quando houver), Data/Hora, Tipo da mensagem, Thread, Método e mensagem.

## 7.2 Códigos de Erros e Qualidades

### 7.2.1 Erros de comandos (CO)

Códigos de erro de comando são lidos do atributo lastApplError. O atributo é válido apenas para classes de dados de comando e seu valor apresenta o status do último comando. Ele é atualizado quando as respostas de comando são recebidas dos dispositivos. Utilizado por ponto de *Funcional Constraint* CO.

| Code | Cause                          | Description   |
|------|--------------------------------|---|
| 0    | UNKNOWN                        | Unknown   |
| 1    | NOT_SUPPORTED                  | Not supported   |
| 2    | BLOCKED_BY_SWITCHING_HIERARCHY | Not successful, because one of the downstream Loc switches has the value TRUE.                                    |
| 3    | SELECT_FAILED                  | Canceled due to an unsuccessful selection (select service).   |
| 4    | INVALID_POSITION               | Control action is aborted due to invalid switch position.   |
| 5    | POSITION_REACHED               | Switch is already in the intended position.   |
| 6    | PARAMETER_CHANGE_IN_EXECUTION  | Control action is blocked due to running parameter change.  |
| 7    | STEP_LIMIT                     | Control action is blocked because tap changer has reached the limit EndPosR or EndPosL.                           |
| 8    | BLOCKED_BY_MODE                | Control action is blocked because the LN is in a mode (Mod) which does not allow any switching.                   |
| 9    | BLOCKED_BY_PROCESS             | Control action is blocked due to some external event at process level that prevents a successful operation.       |
| 10   | BLOCKED_BY_INTERLOCKING        | Control action is blocked due to interlocking of switching devices.   |
| 11   | BLOCKED_BY_SYNCHROCHECK        | Control action with synchrocheck is aborted due to exceed of time limit and missing synchronism condition.        |
| 12   | COMMAND_ALREADY_IN_EXECUTION   | Control select or cancel service is rejected because control action is already running.                           |
| 13   | BLOCKED_BY_HEALTH              | Control action is blocked due to some internal event that prevents a successful operation (Health).               |
| 14   | 1_OF_N_CONTROL                 | Control action is blocked because another control action in a domain (for example substation) is already running. |
| 15   | ABORTION_BY_CANCEL             | Control action is aborted due to cancel service.  |
| 16   | TIME_LIMIT_OVER                | Control action is terminated due to exceed of some time limit.  |
| 17   | ABORTION_BY_TRIP               | Control action is aborted due to a trip.  |
| 18   | OBJECT_NOT_SELECTED            | Control action is rejected because control object was not selected.   |
| 19   | OBJECT_ALREADY_SELECTED        | Select action is not executed because the addressed object is already selected.                                   |

| Code | Cause                          | Description  |
|------|--------------------------------|--|
| 20   | NO_ACCESS_AUTHORITY            | Control action is blocked due to lack of access authority.   |
| 21   | ENDED_WITH_OVERSHOOT           | Control action executed but the end position has overshoot.  |
| 22   | ABORTION_DUE_TO_DEVIATION      | Control action is aborted due to deviation between the command value and the measured value.   |
| 23   | ABORTION_BY_COMMUNICATION_LOSS | Control action is aborted due to the loss of connection with the client that issued the control.   |
| 24   | ABORTION_BY_COMMAND            | Control action is blocked due to the data attribute CmdBlk.stVal is TRUE.  |
| 25   | NONE                           | Command not successful due to Unknown causes.  |
| 26   | INCONSISTENT_PARAMETERS        | The parameters between successive control services are not consistent for example the ctNum of Select and Operate service are different. |
| 27   | LOCKED_BY_OTHER_CLIENT         | Another client has already reserved the object.  |
| 99   | CONTROL_MODEL_STATUS_ONLY      | The object is not controllable, only the services that apply to a status object are supported. The attribute ctVal does not exist.       |

## 7.2.2 Qualidades

O padrão adotado pelo Action.NET de tabela de qualidades é do Open Platform Communications (OPC). Para isso, utiliza-se a tabela abaixo para converter uma qualidade do IEC 61850 para um código de qualidade OPC.

| 61850 Name                          | OPC Code | OPC Name                     | OPC Description   |
|-------------------------------------|----------|------------------------------|---|
| Validity Invalid<br>Detail Overflow | 0        | Bad<br>[Non-Specific]        | Non-specific. The value is bad but no specific reason is known.   |
| Config Error                        | 4        | Bad<br>[Configuration Error] | Configuration Error. There is some server specific problem with the configuration. For example the item in question has been deleted from the configuration.  |
|                                     | 8        | Bad<br>[Not Connected]       | Not Connected. The input is required to be logically connected to something but is not. This quality may reflect that no value is available at this time, for reasons like the value may have not been provided by the data source. |
| Detail Failure                      | 12       | Bad<br>[Device Failure]      | Device Failure. A device failure has been detected.   |

| 61850<br>Name   | OPC<br>Code | OPC<br>Name                       | OPC<br>Description  |
|---|-------------|-----------------------------------|---|
| Time Quality<br>(Clock Failure / Not<br>Synchronized) | 16          | Bad<br>[Sensor Failure]           | Sensor Failure. A sensor failure had been detected (the 'Limits' field can provide additional diagnostic information in some situations).   |
|   | 20          | Bad<br>[Last Known Value]         | Last Known Value. Communications have failed. However, the last known value is available. Remark: The 'age' of the value may be determined from the TIMESTAMP in the OPCITEMSTATE.  |
|   | 24          | Bad<br>[Communication Failure]    | Comm Failure. Communications have failed. There is no last known value is available.  |
|   | 28          | Bad<br>[Out of Service]           | Out of Service. The block is off scan or otherwise locked. This quality is also used when the active state of the item or the group containing the item is InActive.  |
|   | 32          | Bad<br>[Waiting For Initial Data] | Waiting for Initial Data. After Items are added to a group, it may take some time for the server to actually obtain values for these items. In such cases the client might perform a read (from cache), or establish a ConnectionPoint based subscription and/or execute a Refresh on such a subscription before the values are available. This substatus is only available from OPC DA 3.0 or newer servers. |
| Validity Questionable                                 | 64          | Uncertain<br>[Non-Specific]       | Non-specific. There is no specific reason why the value is uncertain.   |
| Detail Old Data<br>Operator Blocked                   | 68          | Uncertain<br>[Last Usable]        | Last Usable Value. Whatever was writing this value has stopped doing so. The returned value should be regarded as 'stale'. Remark: This differs from a BAD value with Substatus 5 (Last Known Value). That status is associated specifically with a detectable communications error on a 'fetched' value. This error is associated with the failure of some external source to 'put'                          |

| 61850<br>Name   | OPC<br>Code | OPC<br>Name                        | OPC<br>Description  |
|---|-------------|------------------------------------|---|
|   |             |                                    | something into the value within an acceptable period of time. Remark: The 'age' of the value can be determined from the TIMESTAMP in OPCITEMSTATE.  |
| Detail Out of Range<br>Detail Bad Reference<br>Detail Oscillatory<br>Detail Inconsistent<br>Detail Inaccurate | 80          | Uncertain<br>[Sensor Not Accurate] | Sensor Not Accurate. Either the value has 'pegged' at one of the sensor limits (in which case the limit field should be set to 1 or 2) or the sensor is otherwise known to be out of calibration via some form of internal diagnostics (in which case the limit field should be 0).               |
|   | 84          | Uncertain<br>[EU Exceeded]         | Engineering Units Exceeded. The returned value is outside the limits defined for this parameter. Remark: In this case (per the Fieldbus Specification) the 'Limits' field indicates which limit has been exceeded but does NOT necessarily imply that the value cannot move farther out of range. |
|   | 88          | Uncertain<br>[Sub-Normal]          | Sub-Normal. The value is derived from multiple sources and has less than the required number of Good sources.   |
| Validity Good<br>Validity Test  | 192         | Good<br>[Non-Specific]             | Non-specific. The value is good. There are no special conditions.   |
| Source Substituted  | 216         | Good<br>[Local Override]           | Local Override. The value has been Overridden. Typically this means the input has been disconnected and a manually entered value has been 'forced'.   |

### 7.2.2.1 Falha de comunicação

Quando o módulo de comunicação estabelecer uma conexão com o equipamento e houver uma falha de comunicação entre eles. A qualidade dos pontos será atualizada para o valor **24**, que corresponde ao código Bad [Communication Failure] do OPC. O valor e a data/hora dos pontos não sofrerão alteração. Caso o driver nunca tenha estabelecido uma comunicação com o equipamento, isso não será considerado como uma falha de comunicação que muda o valor da qualidade dos pontos.