

1. Introdução

Na atividade da disciplina PEA2509 referente aos Sistemas de Automação de Subestações, os grupos deverão, de forma complementar às configurações dos IEDs, elaborar, no sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) do LPROT, uma tela completa, com todos os disjuntores comandáveis da planta, bem como adicionar os pontos relevantes às listas de eventos e alarmes disponíveis.

Este documento apresenta um tutorial para esta configuração. As telas aqui apresentadas e suas funcionalidades são sugestões, preparadas com tags e endereços diferentes dos que serão configurados em definitivo, que o grupo deverá modificar com base neste documentos e nos manuais dos fabricantes.

2. Configurações no IED UR da GE

Para demonstrar as funcionalidades desta tela, foram feitas algumas configurações bastante simplificadas em um IED da linha UR da GE, que deverão ser substituídas pelas sugeridas no roteiro do experimento. Apenas como informação, segue o trecho do Flex Equation que foi utilizado aqui. Observa-se que, diferentemente do que será configurado no experimento, a partir de duas entradas virtuais (VI57 e VI58), uma saída é automaticamente ligada/desligada, sem considerar atuação de proteções ou qualquer outro intertravamento.

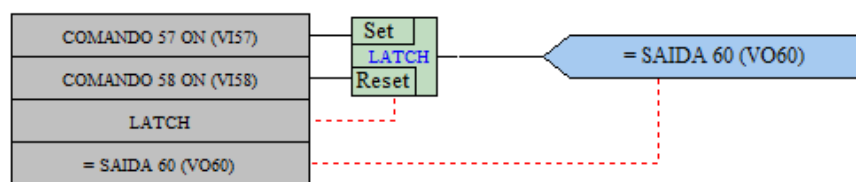


Figura 1: Configuração simplificada no UR, apenas para demonstrar a funcionalidade da tela exemplo

A comunicação entre UR e Elipse ocorre por meio do protocolo MMS (Manufacturing Message Specification), descrito na norma IEC 61850. O Elipse envia comandos para o UR através de logical nodes GGIO2, nos atributos SPCSO. No UR, cada um desses SPCSO já é mapeado de forma nativa com as entradas virtuais (VI). Ou seja, o SPCSO1 se refere à VI1, SPCSO2 com VI2 e assim por diante.

Já para a sinalização do UR para o Elipse, é preciso inicialmente verificar se a informação já está disponível em algum Logical Node previsto na norma IEC 61850, capítulo 7-4. Por exemplo, as funções de proteção já atualizam os seus Logical Nodes específicos, como PTOC, PTUV e outros. Outras informações, como o bloqueio 86, não estão associadas a nenhum Logical Node específico. Nesse caso, é necessário associá-las a um GGIO1 (*Generic process I/O*), conforme a figura a seguir. Atenção: como o Logical Node GGIO1 também é utilizado para a configuração de mensagens GOOSE, sugere-se utilizar uma faixa separada de indicações para aqueles pontos que não participam de GOOSE. A quantidade limite do GGIO1 é 128 pontos, porém, é preciso indicar, para o IED, quantos pontos serão efetivamente utilizados. Esse ajuste é feito para deixar a comunicação mais eficiente.

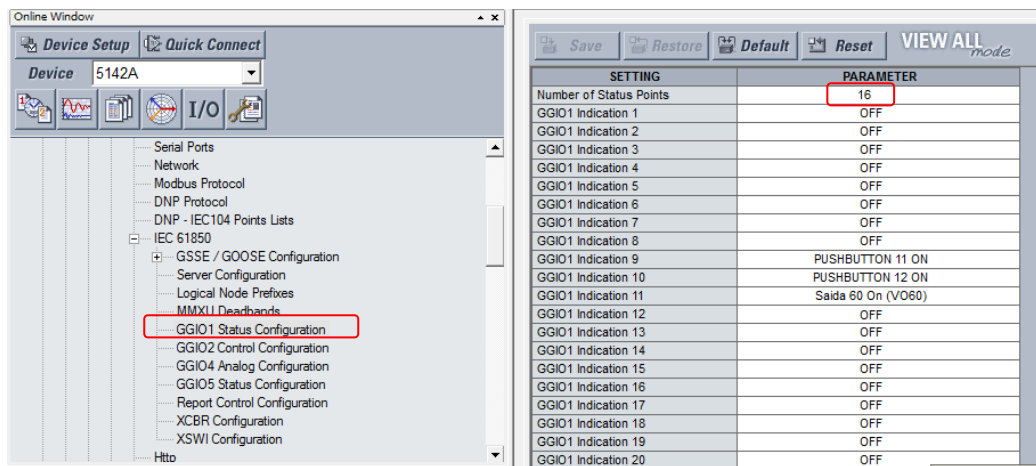
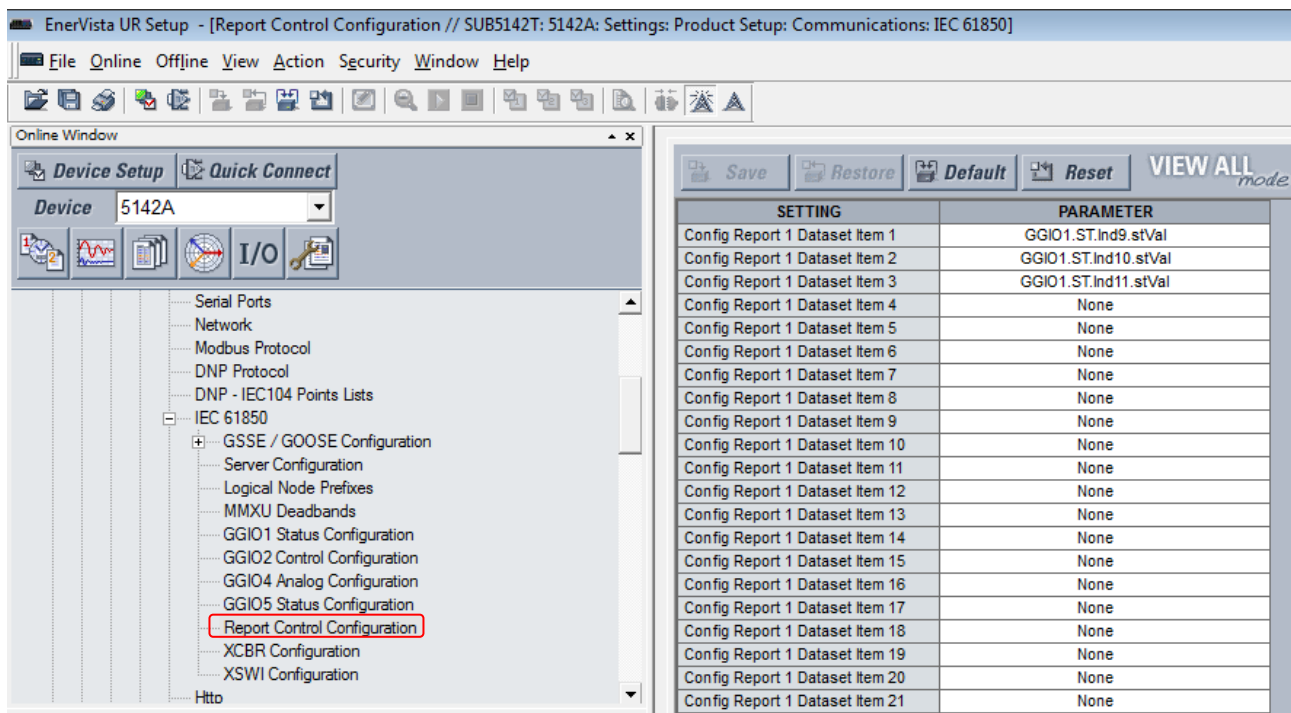


Figura 2: Associação de informações ao Logical Node GGIO1

Além disso, para que a informação seja enviada (ou melhor, publicada) de forma espontânea, é necessário associar os dados de interesse a um Report Block, conforme a figura a seguir. As sinalizações de proteção (partida, disparo) devem ser também incluídas no Report Block.



Fi

Figura 3: Configuração do Report Block

Para as medições analógicas (tensões, correntes, potências entre outras), não é preciso fazer nenhuma configuração específica, a não ser, eventualmente, o ajuste de banda-morta.

Ao final da configuração do IED, é recomendável exportar essas informações em um formato legível para o Elipse, ou qualquer outro supervisor que utilize o protocolo MMS. Isso é feito por meio do comando “Criar arquivo ICD”, conforme figura a seguir.

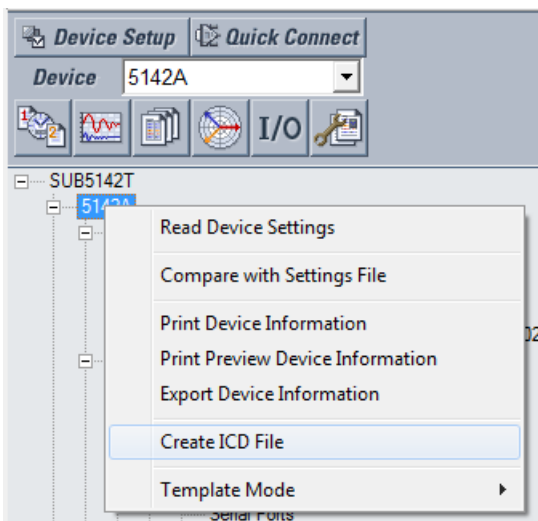


Figura 4: Geração do arquivo ICD

3. Configurações no Elipse E3

O objetivo deste tutorial é auxiliar na configuração de uma tela com esta:

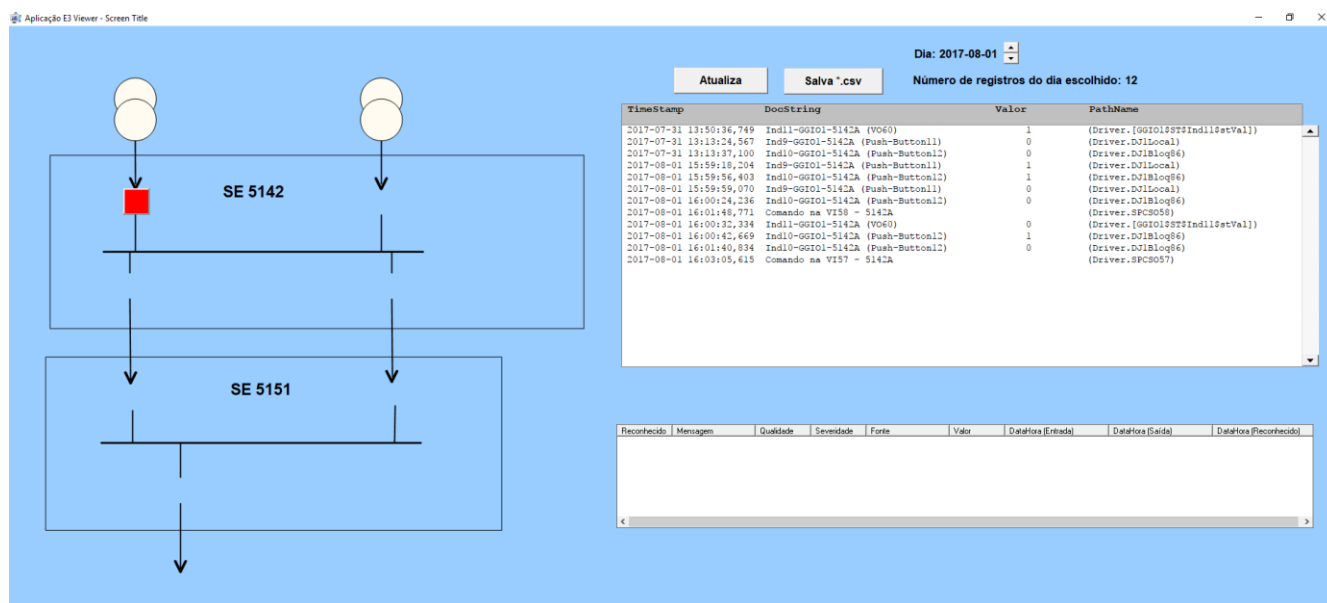


Figura 5: Tela exemplo

O botão existente na tela deverá ser alterado para corresponder às funcionalidades do disjuntor 5142A a ser configurado no IED, e deverão ser acrescentados botões correspondentes aos demais disjuntores. Além disso, deverão ser incluídos na tela displays que indiquem as medições analógicas de interesse. Como poderá ser observado nesta aplicação e nos manuais do Elipse, é possível facilmente alterar e criar funcionalidades, visualizações e comandos.

Nessa tela de exemplo, é exibida a posição de um disjuntor (vermelho=fechado, verde=aberto). Ao se clicar no próprio disjuntor, é aberto um pequeno diálogo de comando.

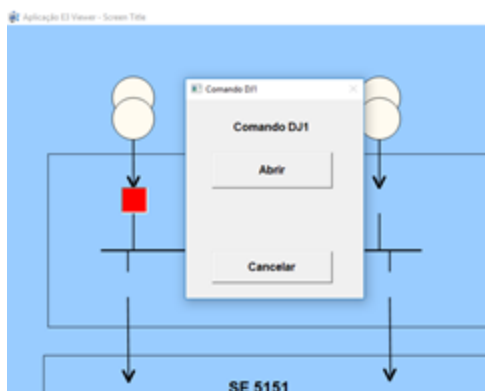


Figura 6: Tela de comando

Assumi-se, apenas como exemplo, que o push-button 11 indicaria a seleção de comando local (=1) ou remoto (=0), e que o push-button 12 indicaria um bloqueio 86 fictício (o grupo deverá configurar esse bloqueio de forma definitiva de acordo com o roteiro). Os push-buttons 11 e 12, nesse exemplo, foram configurados na UR e associados aos GGIO1, Ind 9 e 10. Já as entradas virtuais VI57 e VI58 serão, nesse exemplo, os comandos de abrir e fechar o disjuntor **fictício** (ressalta-se que o disjuntor definitivo será implementado de acordo com o roteiro!). Esse disjuntor fictício tem sua posição associada ao GGIO1, Ind 11.

Nesse exemplo sugerido, o botão de comando deverá realizar a operação de “fechar” se o disjuntor estiver aberto, e vice-versa. Além disso, se o comando estiver em local, o botão de comando deverá estar invisível (o que o impede de ser clicado); se o bloqueio 86 estiver ativo, o botão de comando irá aparecer, mas estará inibido (em cinza). Para tornar a operação do sistema elétrico mais amigável, textos deverão ser exibidos informando essas condições.

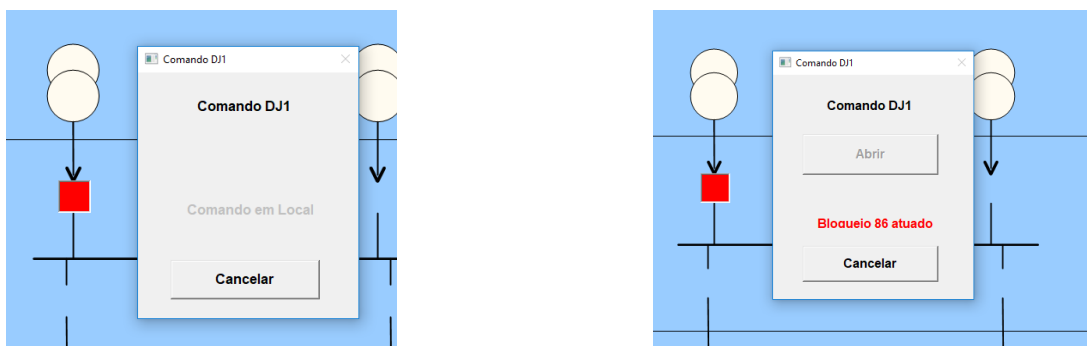


Figura 7: Alteração do diálogo de comando devido aos sinais Comando Local e Bloqueio 86 atuado.

O supervisor Elipse E3 será executado a partir de uma máquina virtual, na qual também está instalado e configurado um servidor de banco de dados SQL Server. Para utilizar essa máquina virtual, deve-se iniciar o programa VirtualBox, cujo atalho está no menu Iniciar. A tela inicial do VirtualBox exibirá as máquinas virtuais disponíveis (provavelmente haverá uma só).

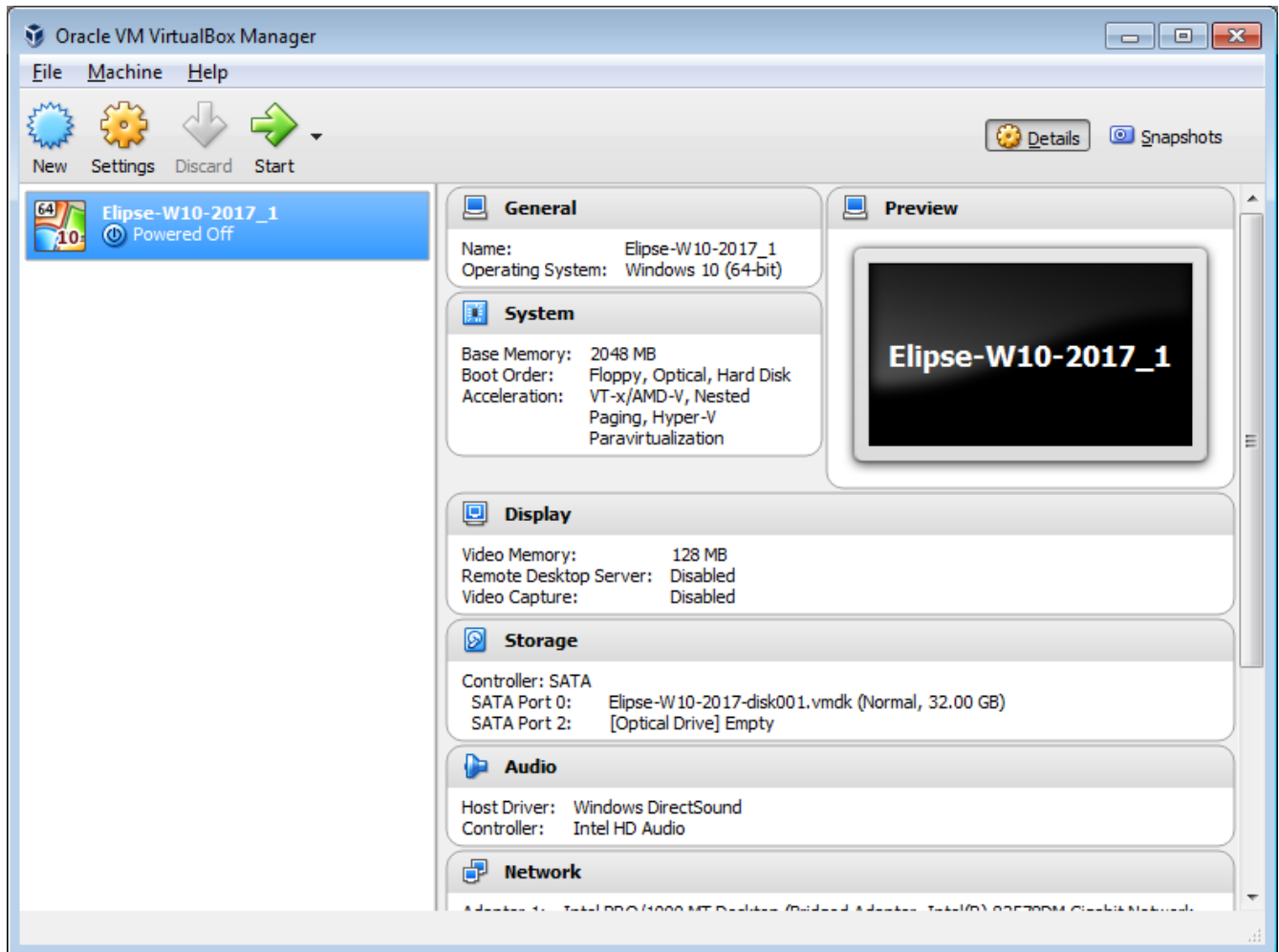


Figura 8: Tela Inicial do VirtualBox

Deve-se selecionar a máquina virtual desejada e solicitar a sua inicialização, por meio do botão “Start”. O usuário dessa máquina virtual é “pea2509”, e a senha é “Pea2509#”.

Observação: após a máquina virtual ser iniciada, ela irá capturar o *hard-key* que permite a execução do Elipse E3. Dessa forma, na máquina *host* (o microcomputador hospedeiro), que também tem o Elipse

E3 instalado, irá surgir uma mensagem de que não foi encontrada a licença do *hard-key*. Para silenciar essa mensagem no *host*, clique com o botão direito do *mouse* sobre o ícone do E3 Server (uma estrela) e selecione “Parar E3 Server”. Confirme e depois escolha parar também o E3 Admin.

Observação 2: Arquivos podem ser trocados entre a máquina *host* e a máquina virtual, por meio de uma pasta já configurada para compartilhamento. Na máquina *host*, a pasta D:\Transferencia_MaqVirt_Elipse corresponde ao drive de rede \\vboxsrv na máquina virtual (ver figura).

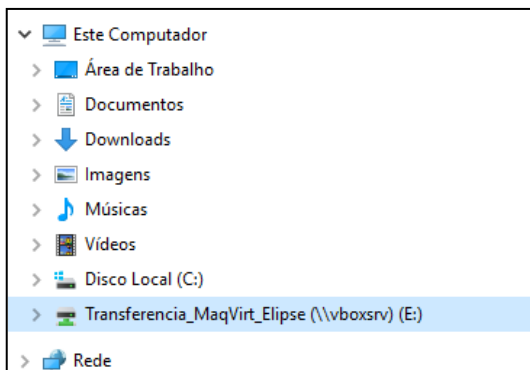


Figura 9: Drive para compartilhamento entre máquinas host e virtual

Para a familiarização com o supervisor, devem ser seguidos alguns passos, conforme seções a seguir.

4. Inicialização do Elipse E3 Studio



: Ícone do Elipse Studio

O ícone para o Elipse Studio (está disponível no menu Iniciar do Windows, dentro da pasta “Elipse Software”). Escolha o domínio chamado “Elipse-2017.dom”. A tela inicial tem a seguinte aparência.

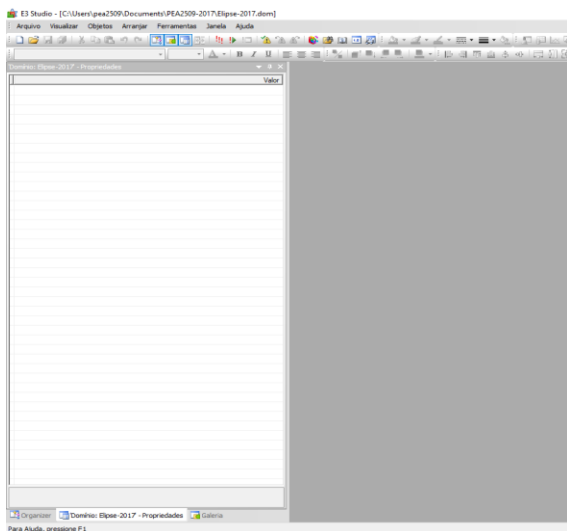


Figura 10: Tela Inicial do Eclipse Studio

No lado esquerdo da tela, existem três abas: Organizer, Propriedades e Galeria (essa visualização pode ser alterada no menu “Visualização”). Ao clicar na aba Organizer, é exibida a estrutura do projeto a ser configurado no Elipse: telas, tags, banco de dados e outros recursos.

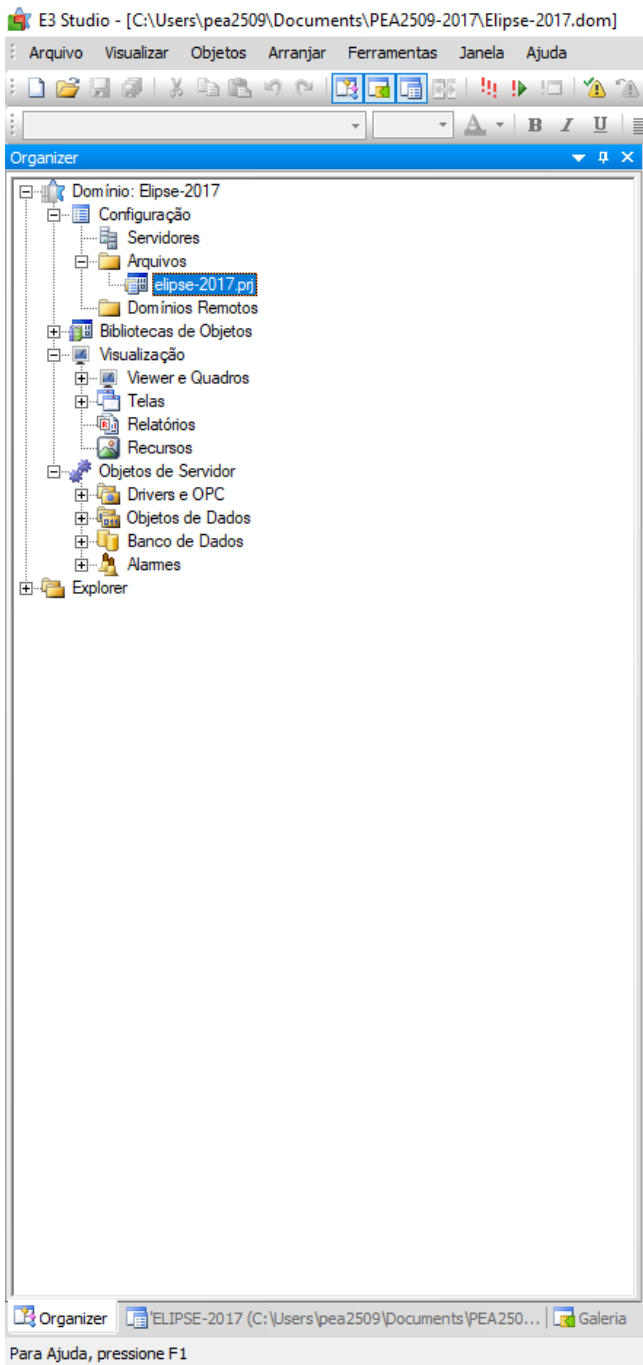


Figura 11: Estrutura do projeto no Elipse Studio

4.1. Importação dos tags IEC 61850 do UR para o Elipse

Na visualização Organizer, ao se clicar na pasta “Objetos de Servidor”, “Drivers e OPC”, “Driver”, e, na tela da direita, selecionar a aba inferior, “Design”, deverá surgir uma tela como esta:

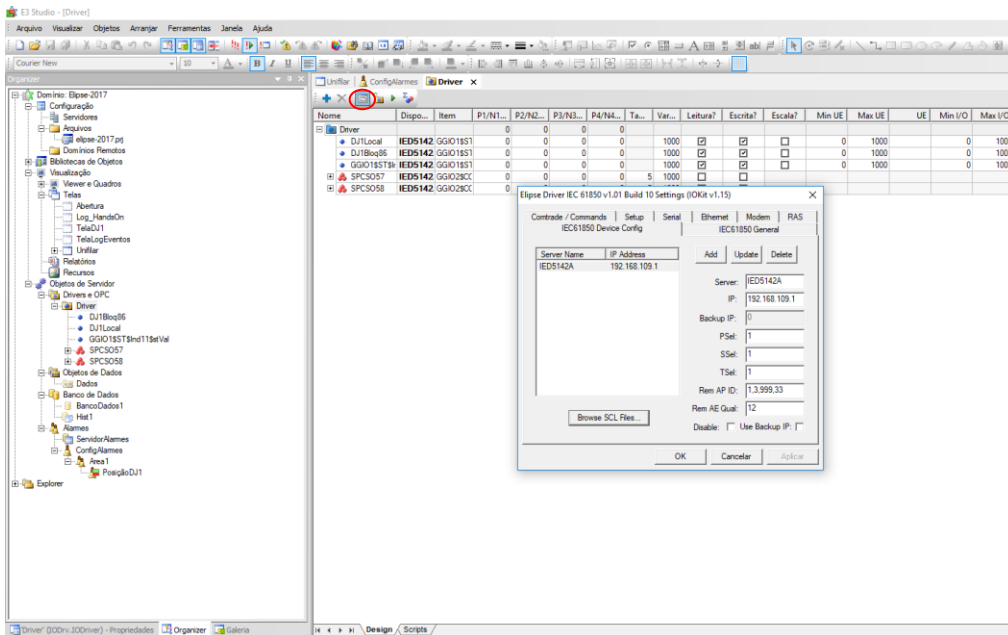


Figura 12: Configuração do driver IEC 61850

Algumas configurações adicionais do driver estão nas duas figuras a seguir.

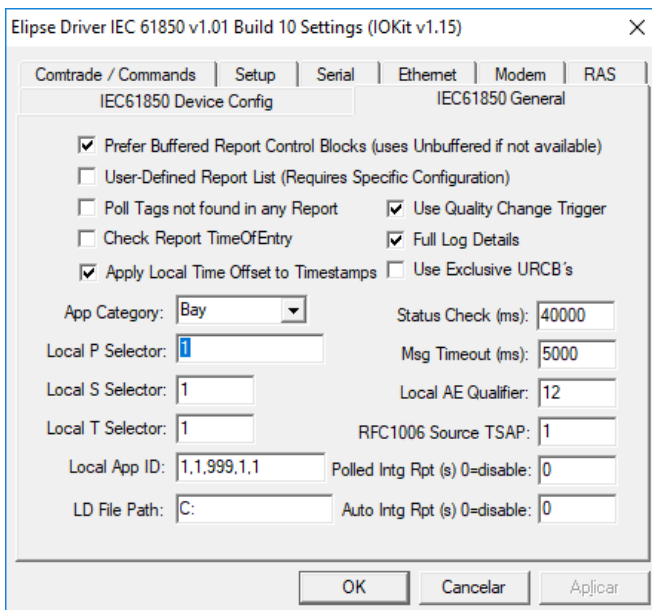


Figura 13: Configurações adicionais do driver IEC 61850

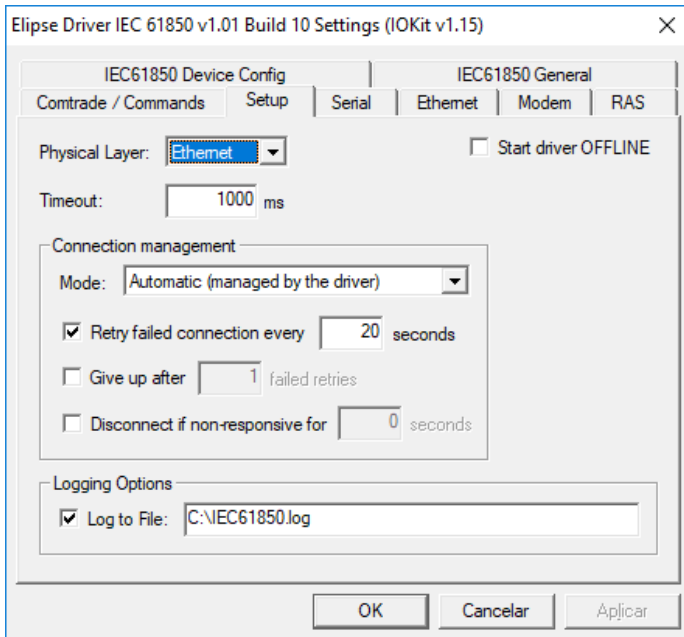


Figura 14: Configurações adicionais do driver IEC 61850 (meio físico)

Até o momento, somente um IED foi adicionado à configuração, o IED5142A. Outros poderão ser adicionados a partir do arquivo ICD (gerado após a configuração do UR), no botão “Browse SCL Files”, ou manualmente, por meio do botão “Add”, preenchimento dos campos “Server” e “IP” e botão “Update”.

Após a adição do IED ao driver, é necessário importar os tags disponíveis no IED. Para isso, deve ser clicado o ícone “Tag Browser”, conforme figura.

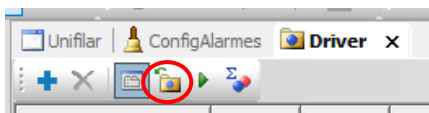


Figura 15: Ícone “Tag Browser”

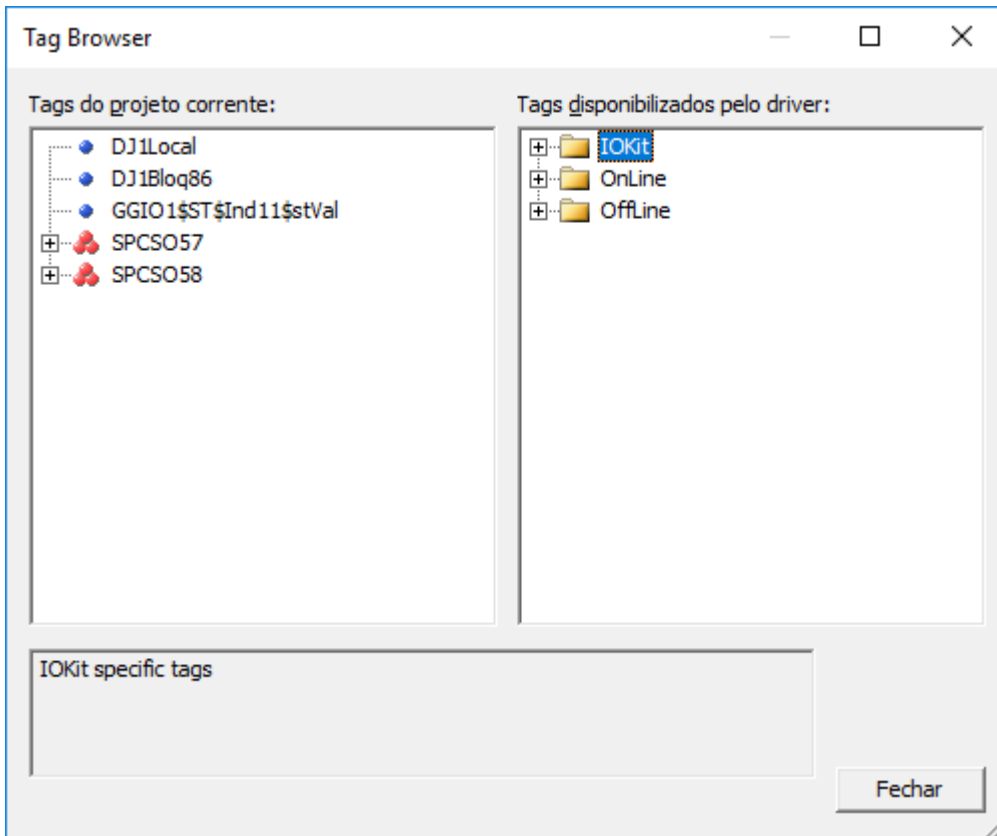


Figura 16: Opções de busca por tags

É possível selecionar os tags de duas formas: offline, que lê as informações do arquivo ICD de cada IED, e online, que estabelece uma conexão com o IED e navega pela estrutura de dados disponível no IED. A vantagem da navegação offline é a agilidade e a possibilidade de configurar os tags mesmo que o IED não esteja disponível no momento. Além disso, a navegação online é mais lenta, mas pode ser útil em caso de não se ter o arquivo ICD atualizado.

As próximas figuras apresentam exemplos de tags a serem selecionados. A seleção é feita por meio da operação de clicar e arrastar para o lado esquerdo da tela.

A estrutura de tags tem mais de um nível. É possível localizar e selecionar as tags de comando (GGIO2.CO.SPCSO), de medições (MMUX) e de indicações digitais, GGIO1 e sinais de proteção. Para indicações digitais, elas devem ser buscadas em Datasets.

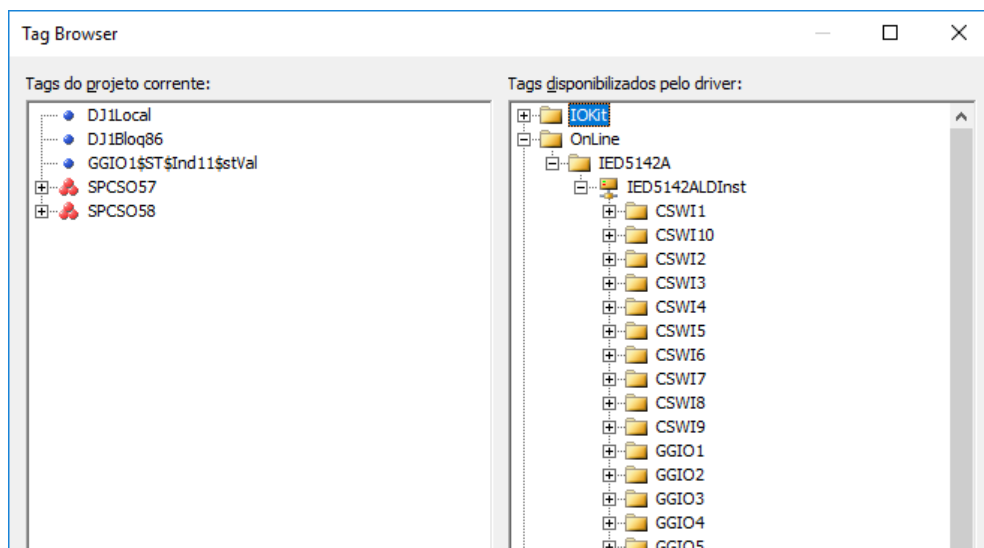


Figura 17: Navegação na estrutura de tags do IED

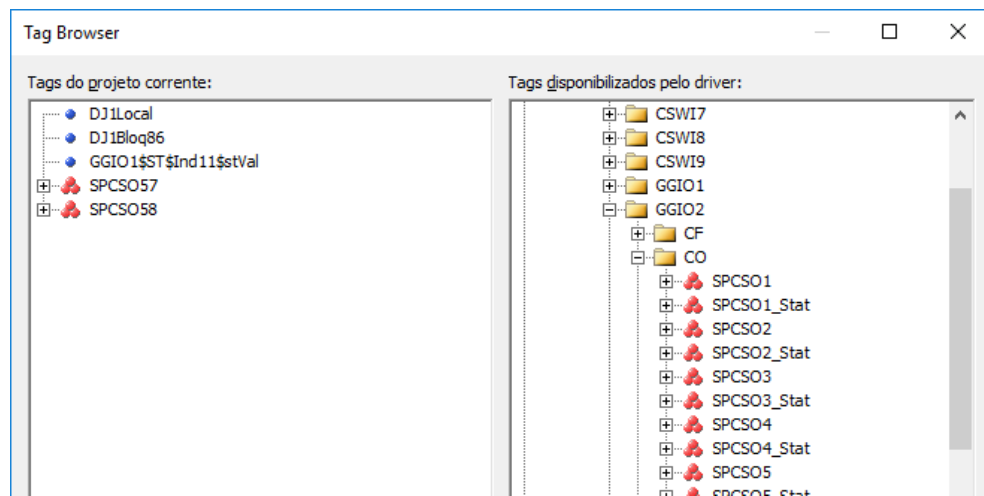


Figura 18: Busca por tags de comando

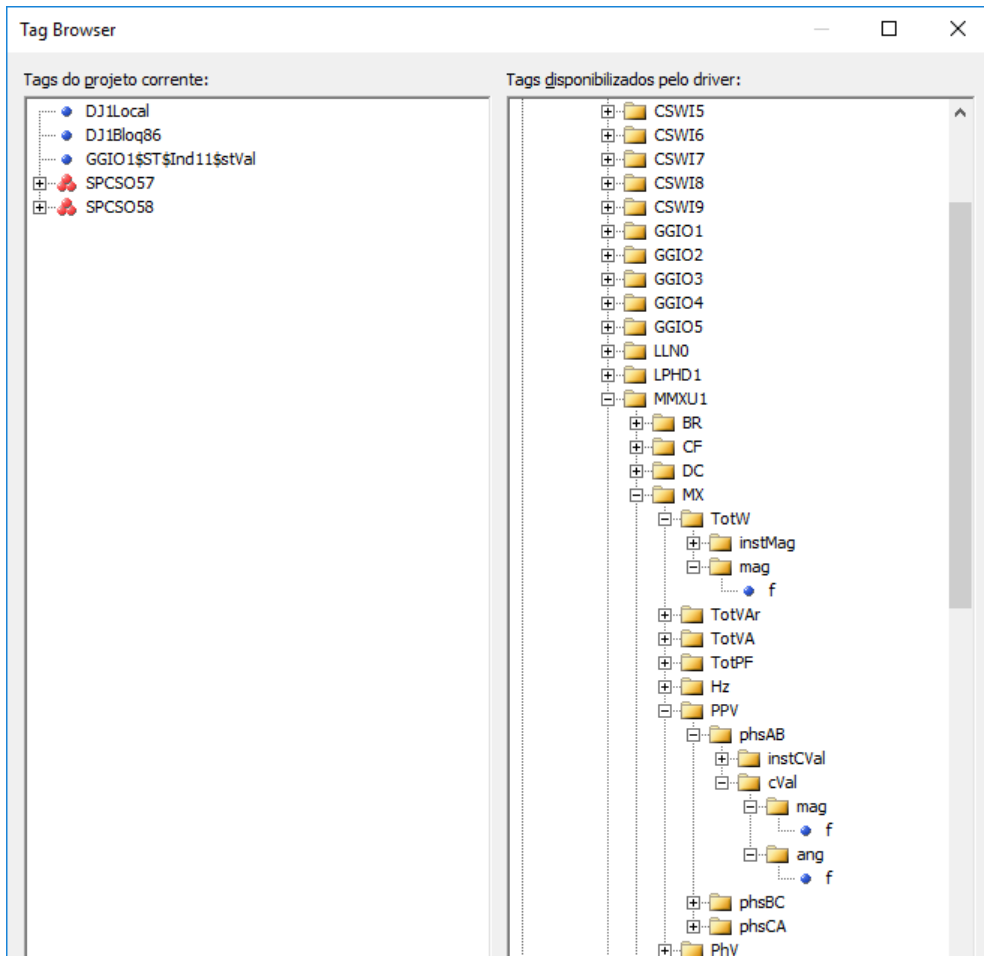


Figura 19: Busca por tags de medições

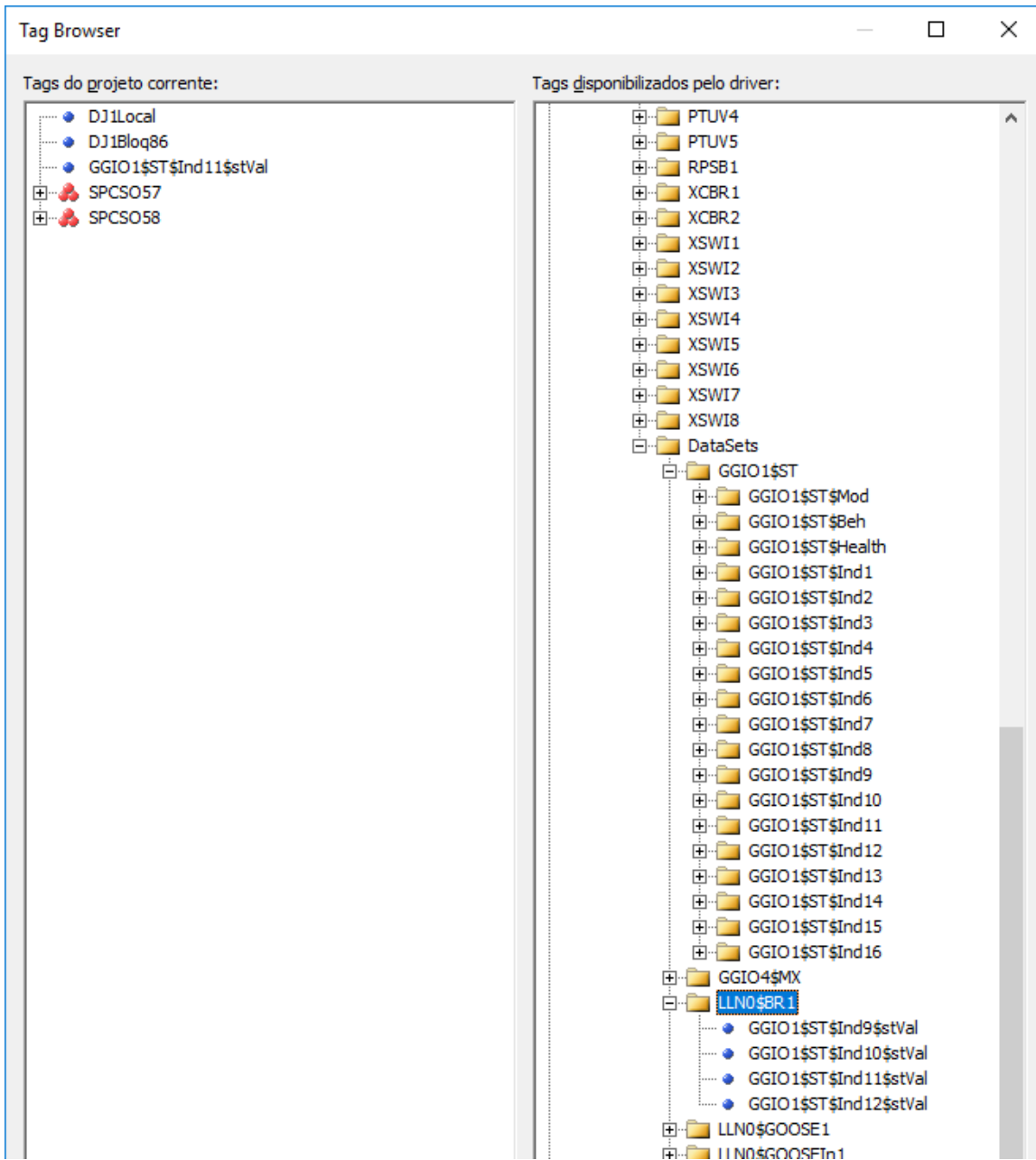


Figura 20: Busca por tags de sinalizações digitais

Após a importação, os tags ficam listados abaixo da pasta “Driver”.

Nome	Dispo...	Item	P1/N1...	P2/N2...	P3/N3...	P4/N4...	Ta...	Var...	Leitura?	Escrita?	Escala?	Min UE	Max UE	UE	Min I/O	Max I/O
Driver			0	0	0	0										
DJ1Local		IED5142.GGIO1\$ST\$ind9\$SetVal	0	0	0	0		1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
DJ1Bloq86		IED5142.GGIO1\$ST\$ind10\$SetVal	0	0	0	0		1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
GGIO1\$ST\$ind11\$SetVal		IED5142.GGIO1\$ST\$ind11\$SetVal	0	0	0	0		1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
SPCSO57		IED5142.GGIO2\$CO\$SPCSO57	0	0	0	0	5	1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Operation							0				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Value							1				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Time							2				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Test							3				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Check							4				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
SPCSO58		IED5142.GGIO2\$CO\$SPCSO58	0	0	0	0	5	1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Operation							0				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Value							1				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Time							2				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Test							3				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000
Check							4				<input type="checkbox"/>	0	1000		0	1000

Figura 21: Lista de tags

Após importar os tags, é possível e recomendado renomeá-los, de forma a permitir a sua identificação. Um bom nome identifica a origem funcional do ponto (ex. Bloq86) e o IED ao qual ele se refere. Devem ser adotadas as mesmas restrições de nome utilizadas para variáveis nas diversas linguagens de programação (sem espaços ou caracteres especiais). Uma descrição mais detalhada, com possibilidade de espaço e caracteres especiais, pode ser inserida na propriedade DocString do tag.

4.2. Configuração de telas

Após importar os tags, agora é necessário configurar as telas. Na estrutura Organizer, em “Telas”, ao clicar na tela chamada “Unifilar”, a tela exibida anteriormente estará disponível para edição. É possível inserir objetos estáticos (figuras básicas, figuras da galeria, textos) ou dinâmicos, cujas propriedades variam de acordo com atributos atualizados continuamente, ou então disparam a execução de scripts.

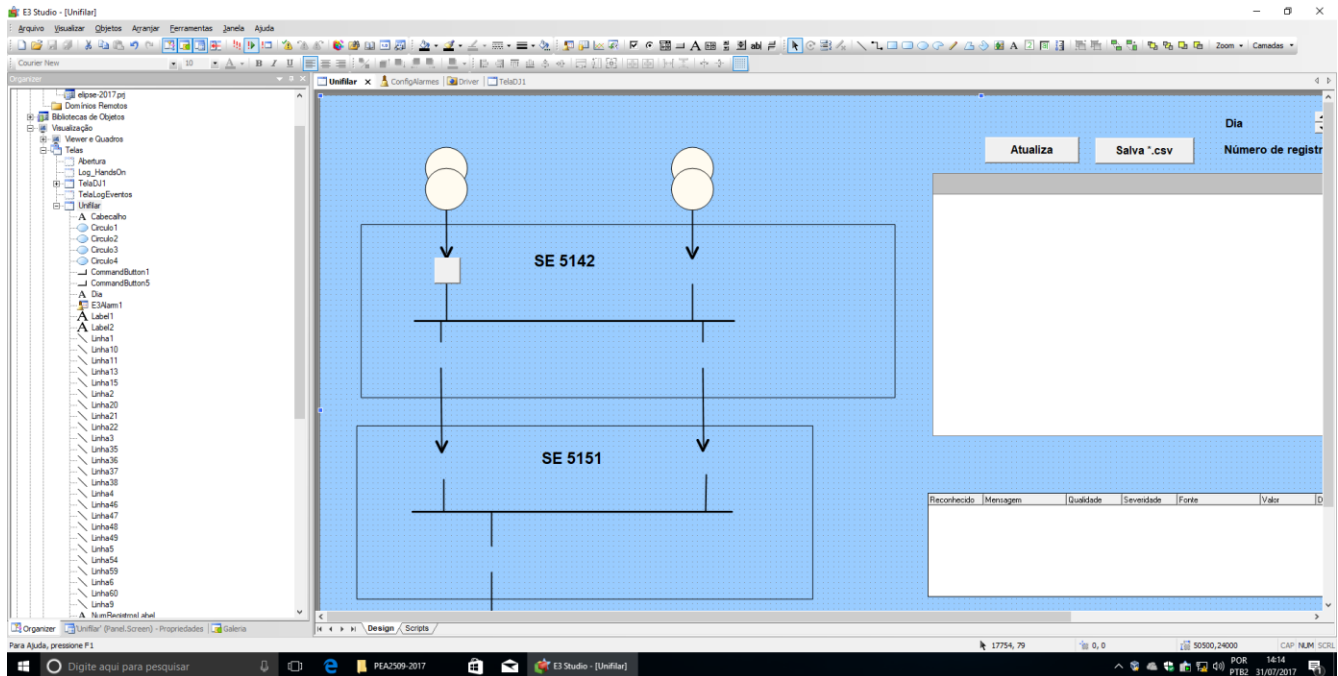


Figura 22: Tela em edição no Eclipse E3 Studio.

No Elipse E3, as formas mais comuns de configurar objetos dinâmicos são a associação e os scripts.

4.2.1. Associação

É possível associar uma propriedade de um objeto (valor, cor de fundo, tipo de letra entre outros) a um tag. Na maioria das vezes, o objeto da tela é atualizado de acordo com o valor lido para o tag, porém o oposto também é possível (atualizar um tag de comando, por exemplo, com base na propriedade de um objeto da tela). Seguem alguns exemplos:

O botão correspondente ao disjuntor pode ser selecionado e, no modo Design, pode-se clicar com o botão direito do mouse.

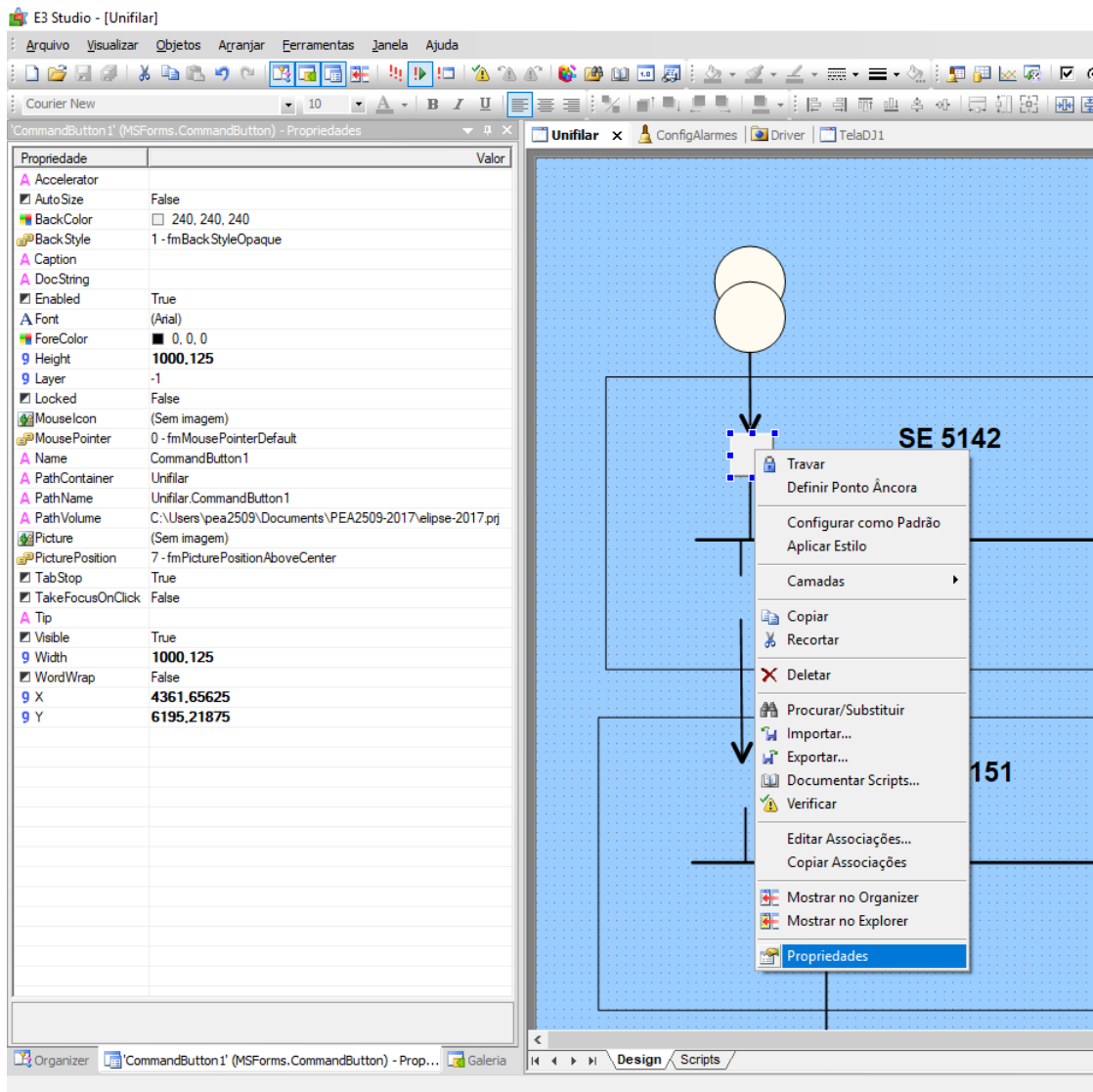


Figura 23: Exemplo de configuração de botão dinâmico.

Serão exibidas as propriedades disponíveis para associação. Nesse exemplo, a propriedade “BackColor” que, originalmente é cinza, será associada ao valor da tag configurada no GGIO1, Ind11 (posição do disjuntor fictício).

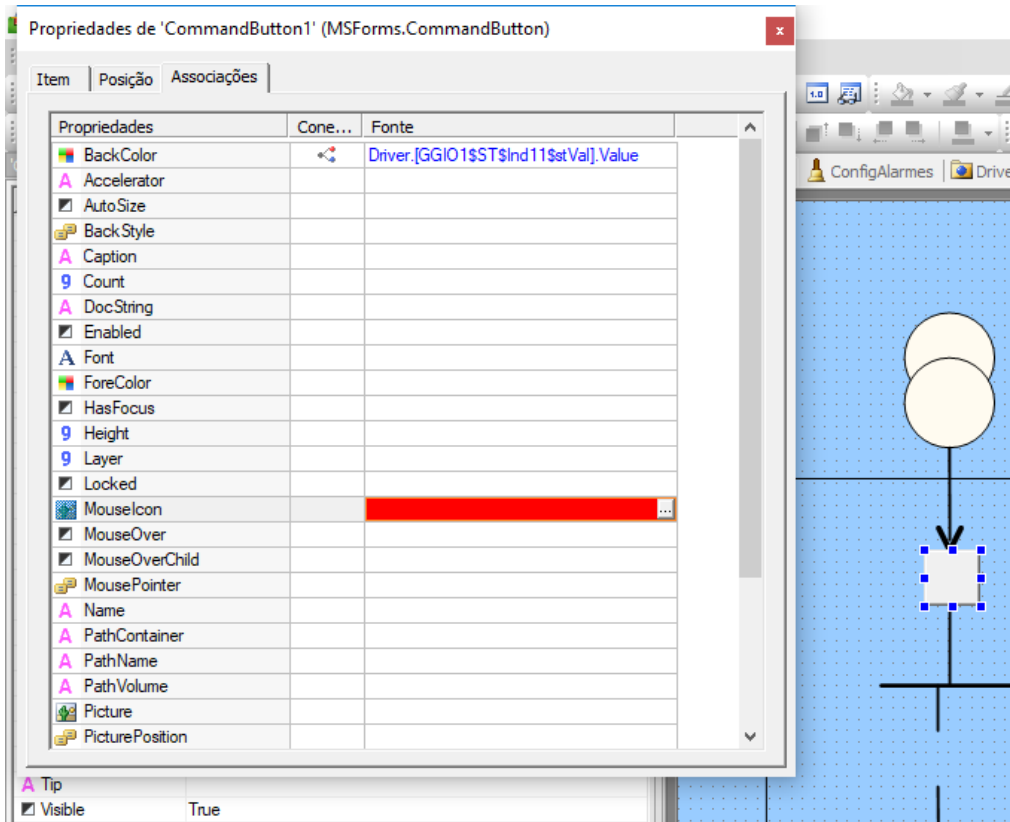


Figura 24: Associação de propriedade de objeto a um tag.

Ao se clicar no ícone do tipo de conexão, poderá ser observado o tipo de conexão. Nesse caso, foi feita uma conexão do tipo “digital”: um valor para a situação “Ligado” (=1) ou “Desligado” (=0).

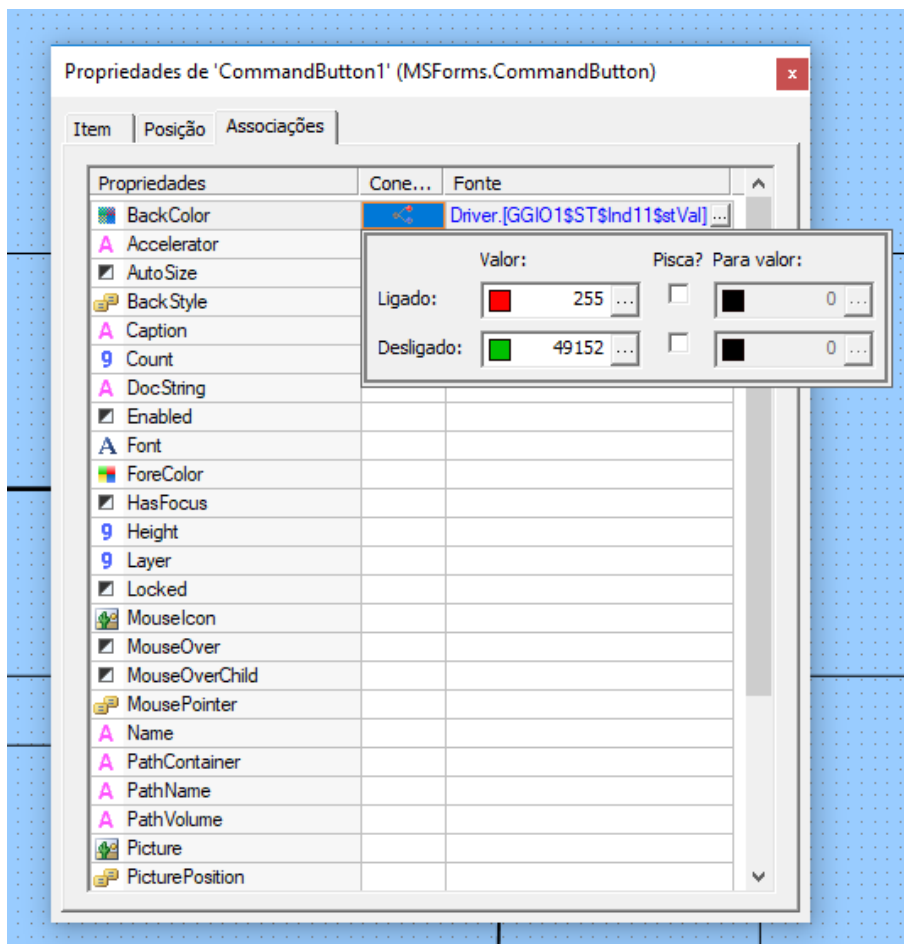


Figura 25: Conexão digital para associação.

Demais opções de associação utilizadas neste exemplo estão descritas ao final deste documento.

4.2.2. Scripts

Todo objeto dinâmico no Eclipse E3 pode ser associado a um script (ou *picks*, que são ações muito simples, como abrir telas, e podem ser configuradas sem linguagem de programação). Por exemplo, o botão correspondente ao disjuntor ativa uma tela de diálogo (classificada como “tela modal”, que é apenas uma janela que fica por sobre a tela original). Ao se selecionar o botão do disjuntor e selecionando a opção “Scripts” na aba inferior direita, a tela de configuração deste *pick* é exibida na figura a seguir. Além da escolha da tela modal a ser exibida, é possível definir a posição na tela, de forma a não esconder o disjuntor. Neste caso, foi escolhida a posição (250 px, 100px).

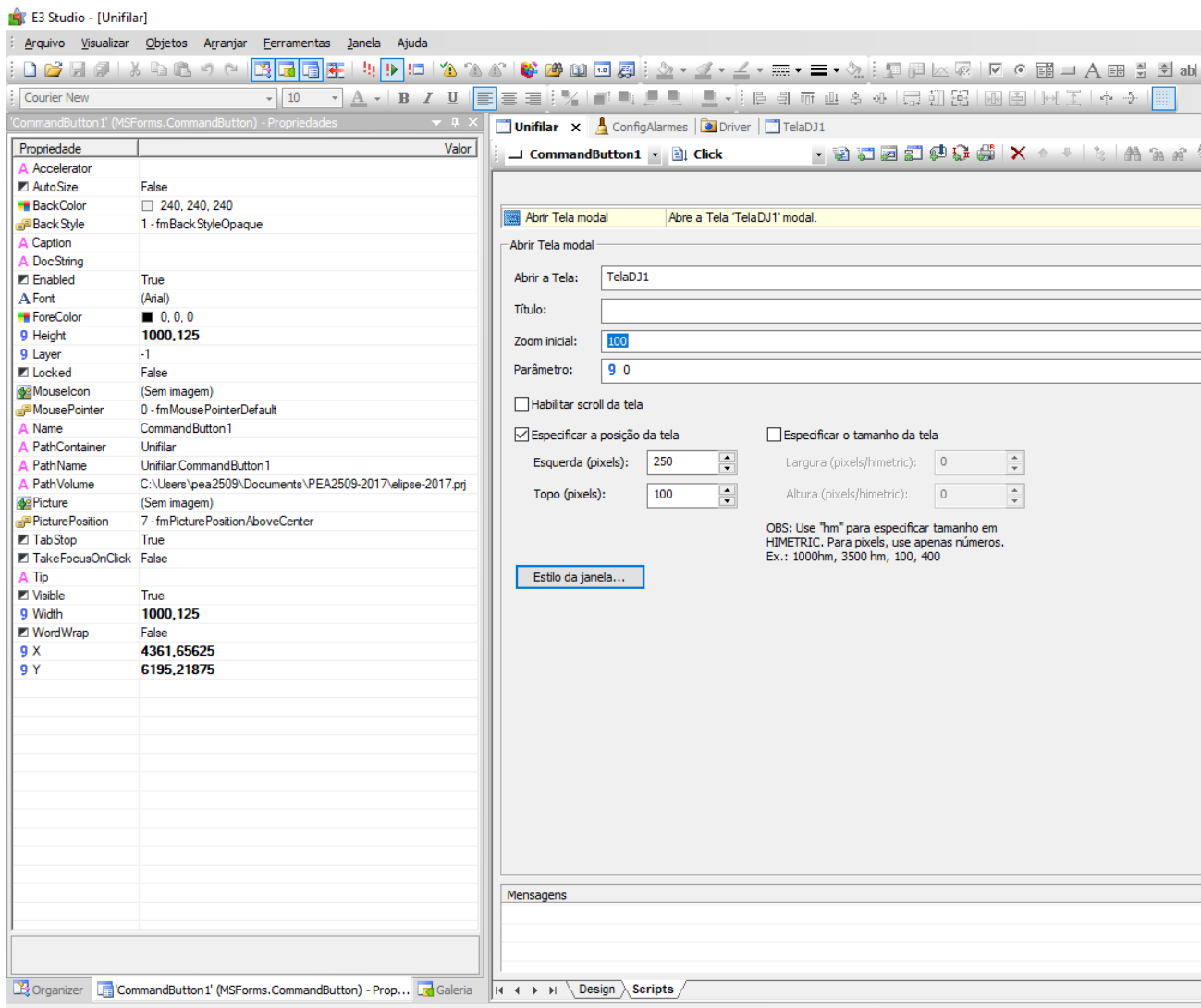


Figura 26: Configuração de pick para abrir tela modal (janela de diálogo).

A tela “TelaDJ1” pode ser também editada, conforme figura a seguir.

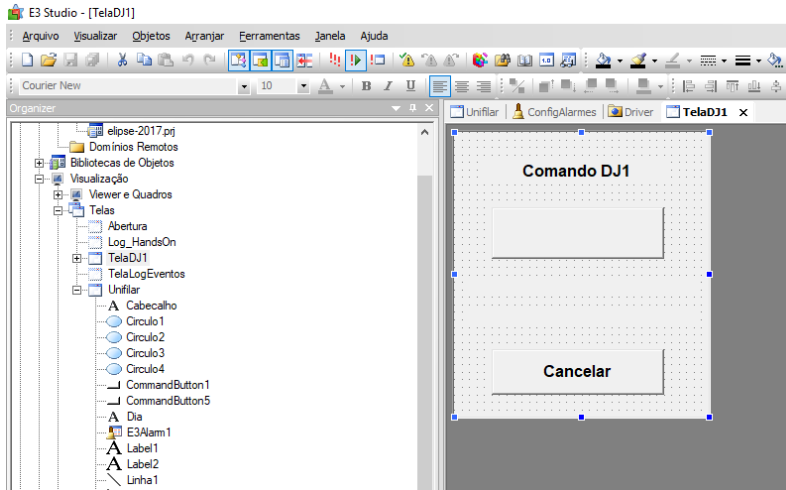


Figura 27: Configuração de tela modal (janela de diálogo).

Nesta tela, há dois botões. O primeiro deles tem três associações (*caption*, que é o texto exibido no botão, visibilidade e habilitação). É possível verificar que essas associações fornecem as funcionalidades indicadas na introdução desta seção (texto varia com o estado do disjuntor, fica invisível se o comando estiver em local, e desabilitado se o bloqueio 86 estiver ativo). As figuras descrevendo essas associações também estão ao final deste documento.

Mantendo esse primeiro botão selecionado e clicando na aba Design, é possível verificar os scripts associados a diversas situações deste botão. A situação mais comum associação a scripts é o “Click”.

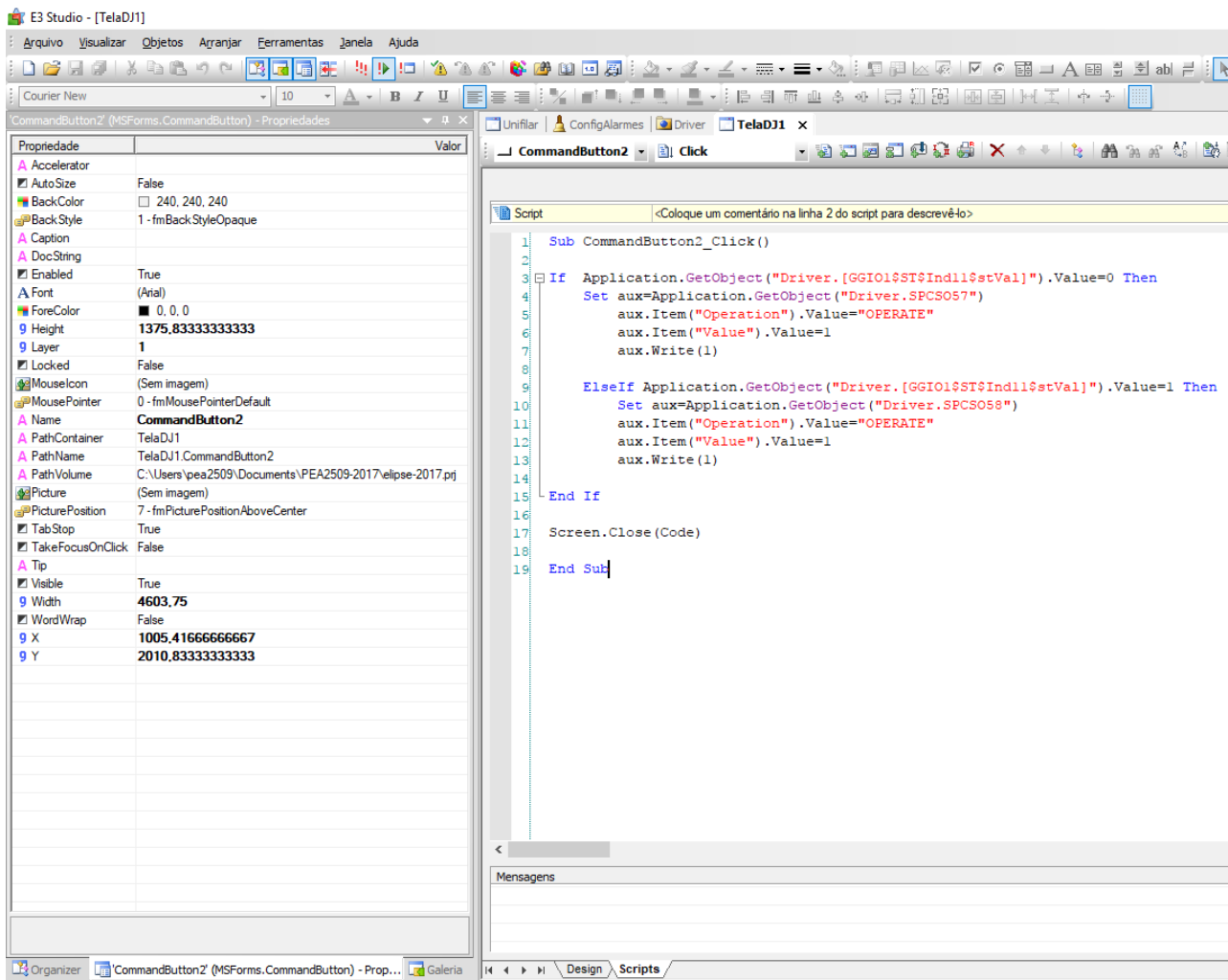


Figura 28: Script associado ao botão.

Esse script foi escrito na linguagem VBScript. A estrutura “Application.GetObject” é específica do Elipse e pode ser obtida por meio do ícone AppBrowser (realçado no figura). Os comandos em objetos SPCSO são executado desta forma: escreve-se o tipo da operação (“Operate”, poderia ser “Select” ou “Cancel”), o valor (sempre 1) e a escrita, que efetua o envio do comando via protocolo MMS. Em suma: é verificada a posição do disjuntor; se estiver aberto, manda fechar; se estiver aberto, manda abrir. Em seguida, a tela de diálogo é fechada.

4.3.Execução do supervisorio

Para executar o supervisorio após as configurações, basta reiniciar o Domínio e iniciar o aplicativo (Viewer), por meio dos botões do menu, conforme figura a seguir.



Figura 29: Botão de iniciar/parar o domínio.

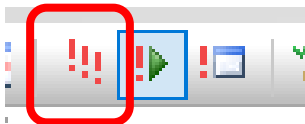


Figura 30: Botão de iniciar/parar o aplicativo.

4.4.Eventos e alarmes

Por último, é necessário selecionar pontos que, ativando ou não a animação de objetos dinâmicos, devem ser registrados em listas de alarmes e eventos. A lista de alarmes apresenta tags cuja atuação deve ser de conhecimento do operador do sistema elétrico. Em subestações reais, as listas de alarme normalmente provocam a ativação de um alarme sonoro, que só é silenciado quando o operador toma ciência de cada alarme. Mesmo que o alarme seja intermitente (ocorreu mas já foi normalizado), ele precisa ser reconhecido. Quando o ponto que gerou o alarme é normalizado e o alarme é reconhecido, ele desaparece da lista de alarmes.

Já a lista de eventos ou SOE (*sequence of events*) é uma lista, semelhante a um log, no qual são registrados alguns pontos selecionados, cuja ativação/desativação é indicada com estampa de tempo, em precisão de milissegundos. Diferentemente da lista de alarmes, as informações nunca desaparecem da lista de eventos. Essa lista é bastante utilizada após ocorrências de defeitos, para que se possa investigar a sequência de acontecimentos, de forma a diagnosticar a causa raiz e auditar o correto funcionamento das funções de proteção, o que será complementado pelos registros de perturbações dos IEDs.

4.4.1. Seleção de tags para a lista de eventos.

O Elipse E3 não possui a lista de eventos como funcionalidade nativa. Porém, a equipe do LPROT implementou essa funcionalidade, customizando o supervisório dentro das recomendações do fabricante. Por questão de tempo, não será aqui detalhada essa implementação, que depende de um servidor de banco de dados SQL Server instalado na mesma máquina virtual.

Partindo da customização realizada, para que um determinado tag seja registrado na lista de eventos, basta selecionar o tag em questão (Organizer, pasta “Objetos de Servidor”, “Drivers e OPC”, “Driver”), selecionar a aba “Propriedades” (lado esquerdo da tela) e alterar a propriedade “EnableEvent” de False para True. Para um melhor entendimento da lista, deve-se inserir um identificador adequado na propriedade “DocString”.

Na customização feita pelo LPROT, há a possibilidade de salvar os eventos de um determinado dia em um arquivo texto com extensão csv (valores separados por vírgula).

4.4.2. Seleção de tags para a lista de alarmes.

Para a lista de alarmes funcionar, também é necessário estabelecer uma conexão com o banco de dados, que está fora do escopo deste experimento.

Para cada objeto que acionará alarme deverá ser criado um objeto de alarme, no caminho “Alarmes”, “ServidorAlarmes”, “ConfigAlarmes”, “Area1”. No lado direito da tela, clicar no “+” irá adicionar um objeto de alarme, que deve ser associado a um tag.

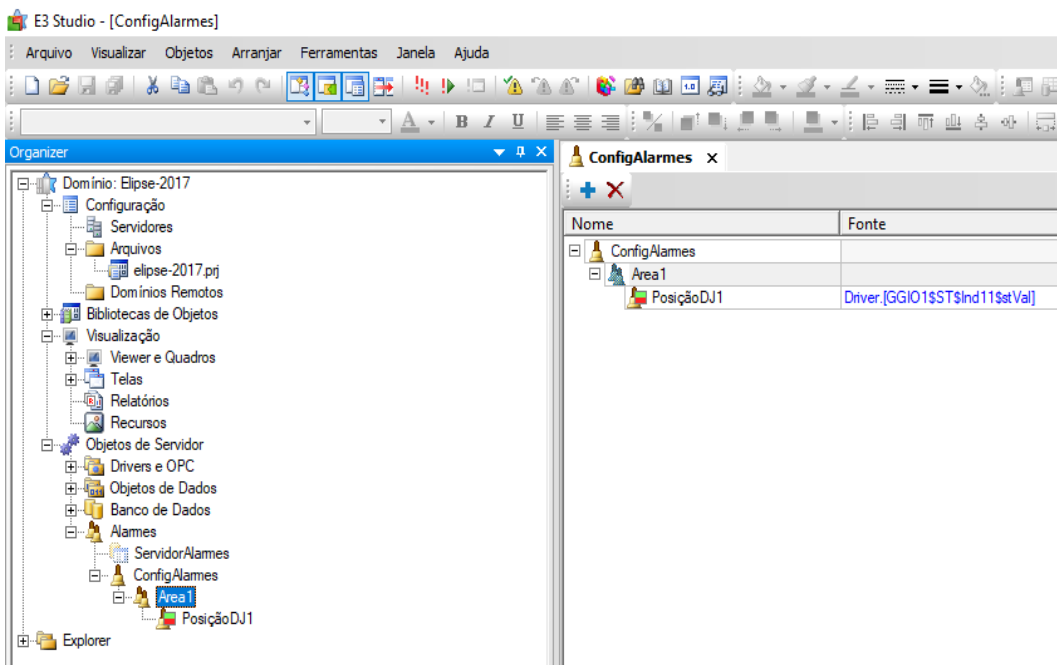


Figura 31: Criação de objeto de alarme.

Para cada objeto de alarme deverão ser configurados o valor para alarmar (se 0 ou 1) e os textos a serem exibidos em caso de alarme ou normalização. É possível também indicar a severidade, o tempo de espera para alarme e, eventualmente, dispensar o reconhecimento, o que não é usual.

Propriedades de 'PosiçãoDJ1' (DB.DigitalAlarmSource) x

Item | Fonte | Formatação | Associações | Digital

Alarme Digital

Valor:	Texto da mensagem:	Severidade:	Pede Ack:
<input checked="" type="checkbox"/> False	Disjuntor aberto	Alta	<input checked="" type="checkbox"/>

Espera (ms):

Volta ao normal:

Figura 32: Configuração de objeto de alarme.

5. Dica: copiar telas

Caso seja necessário criar cópia de uma tela dentro do mesmo projeto, basta, na aba Organizer, expandir a pasta “Explorer”, até aparecer o caminho completo do arquivo de projeto .prj, depois clicar na tela desejada, segurar o botão “Ctrl” e arrastá-la até o caminho do projeto.

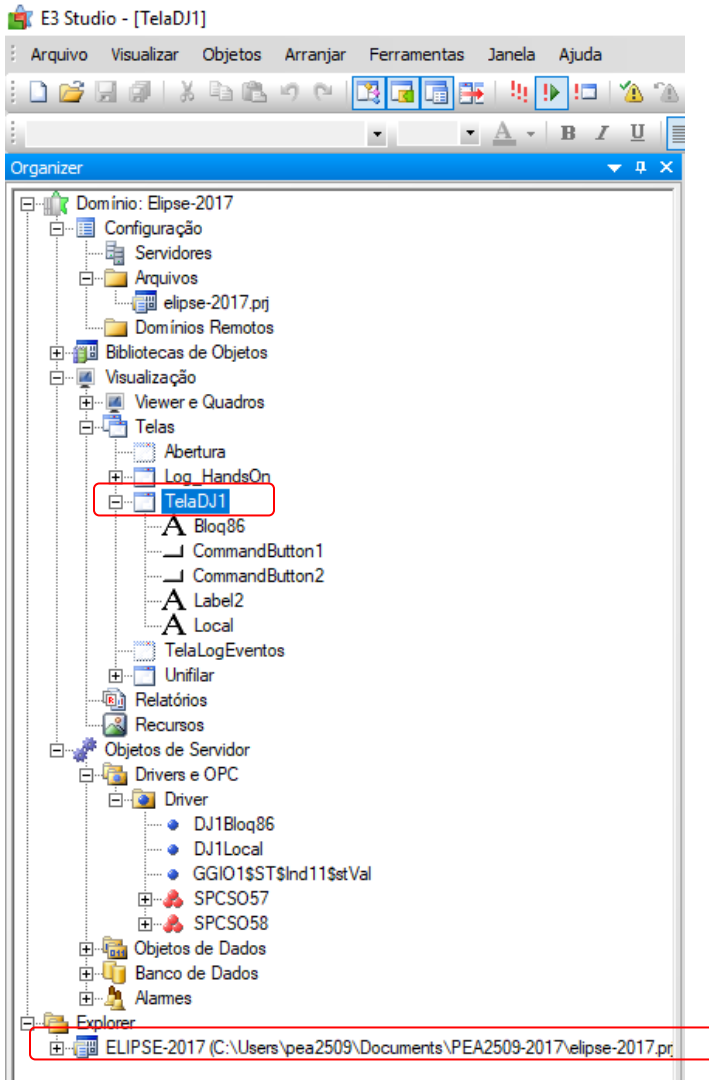


Figura 33: Como copiar telas.

6. Outras associações utilizadas

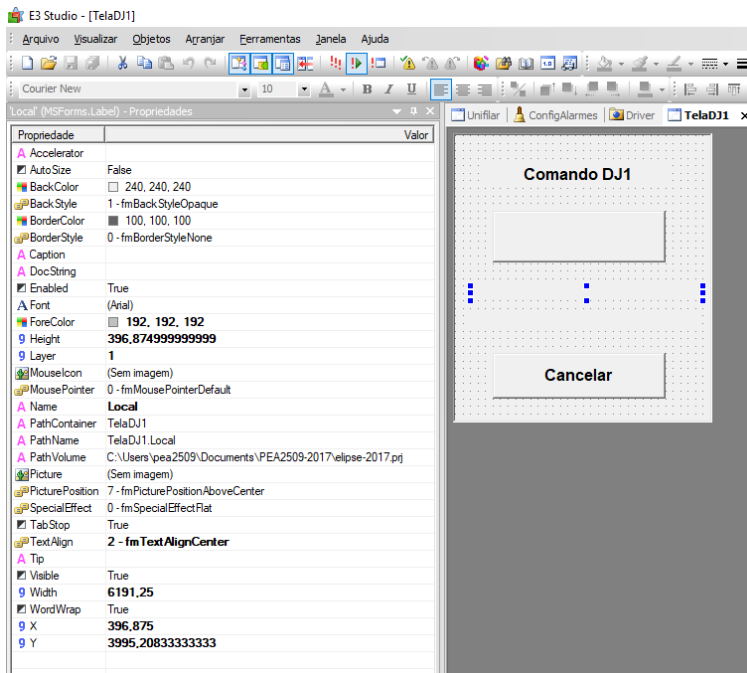


Figura 34: Campo de texto associado a um tag.

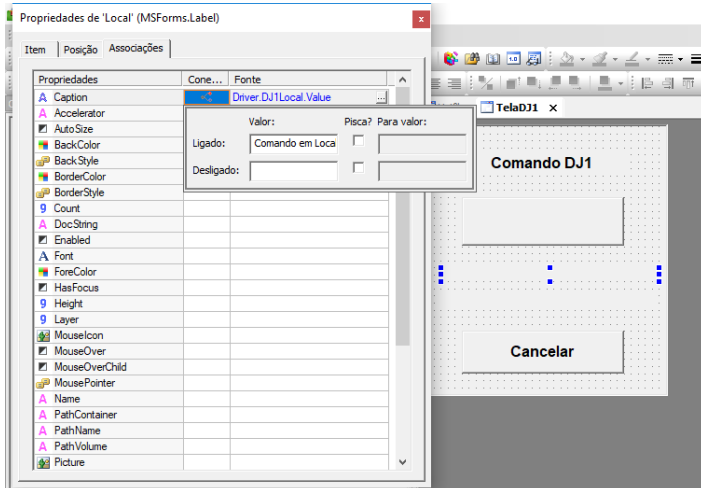


Figura 35: Conexão digital: se o tag correspondente a “Comando local” estiver em 1 (Ligado), escreve “Comando em local”; se estiver em 0 (desligado), escreve “”.

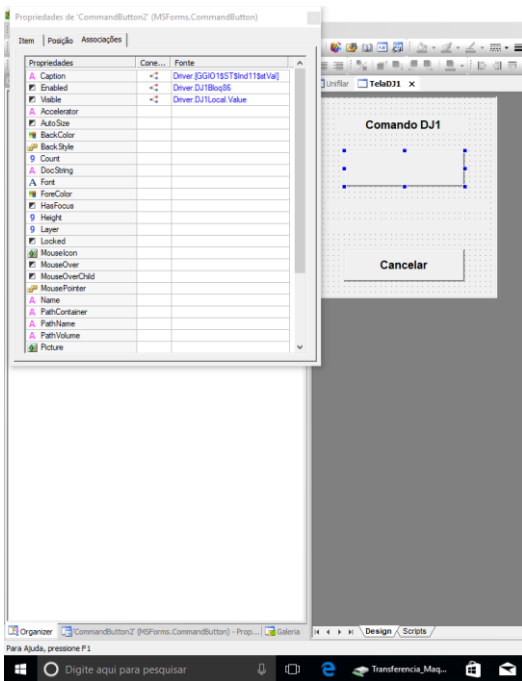


Figura 36: Botão de comando com três associações.

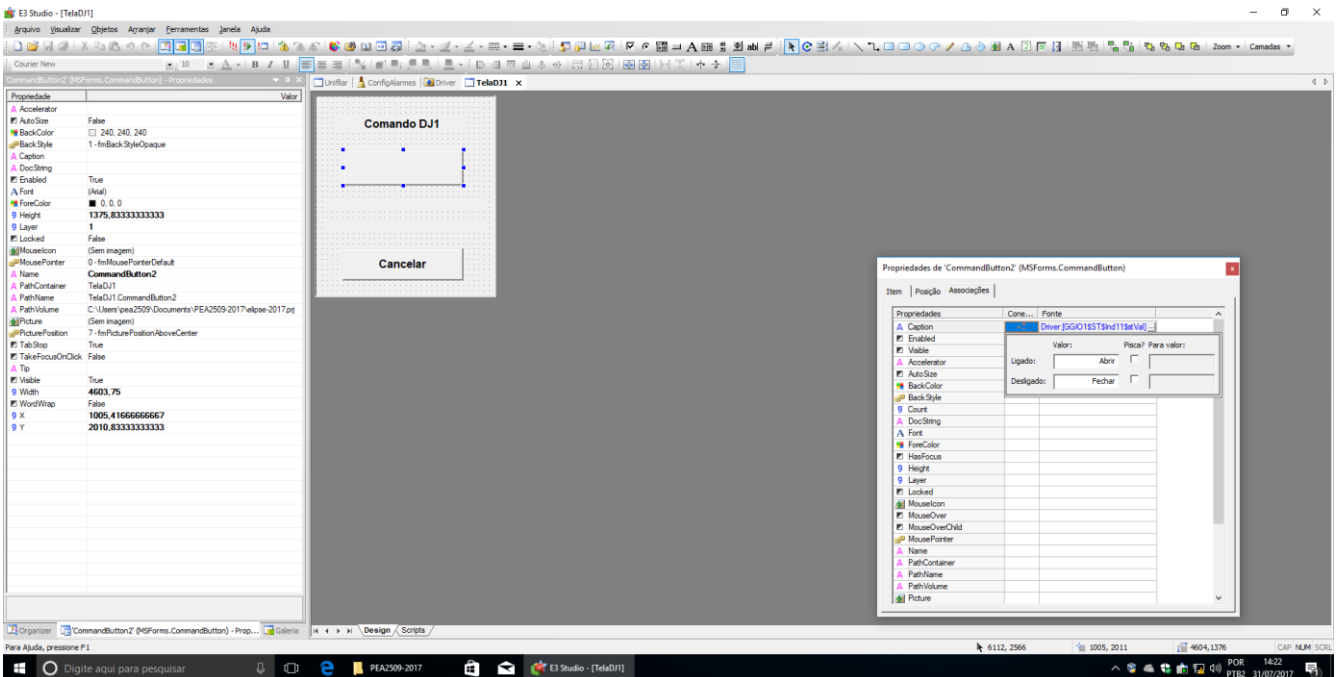


Figura 37: O texto do botão está associado à tag que indica posição do disjuntor.

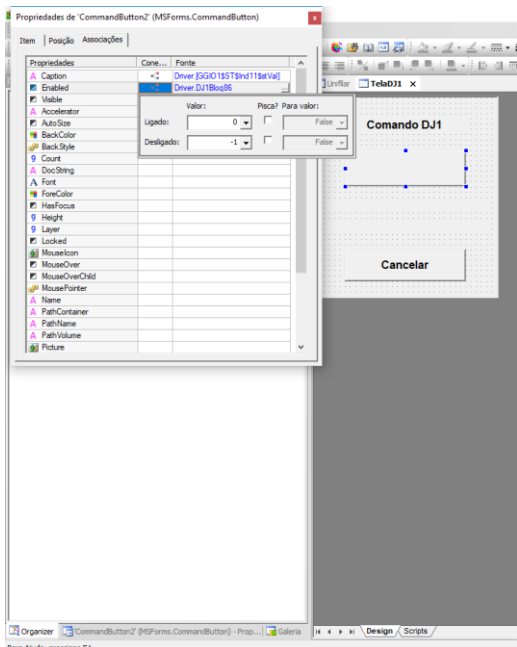


Figura 38: A visibilidade do botão está associada ao comando local, de forma invertida. [Por algum motivo desconhecido, após selecionar a opção True, ela exibe o número -1.]

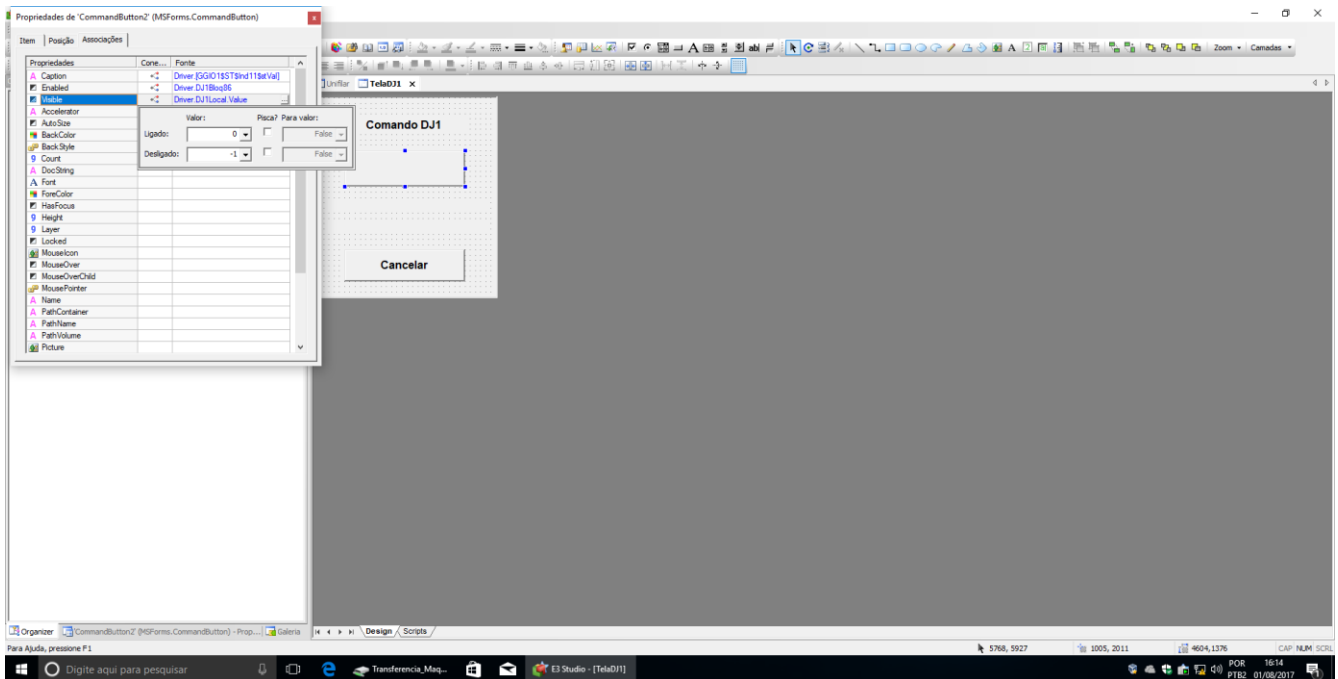


Figura 39: O mesmo da figura anterior, agora para a habilitação do botão.