

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

PEA 2509

Laboratório de Automação de Sistemas Elétricos

Roteiro de aplicação do IED GE UR e das ferramentas de apoio à engenharia para Sistema de Automação de Subestação

Autor: Leonardo Ramos Pereira <leoramosp@gmail.com>

Data: Agosto de 2012

Coordenador: Prof. Dr. Eduardo Cesar Senger <senger@pea.usp.br>

Versão	Revisão	Observação
1.0	Prof. Dr. Eduardo Lorenzetti Pellini < elpellini@usp.br > Em 14/08/2012	Formatação e revisão do texto.
1.1	Prof. Dr. Eduardo Lorenzetti Pellini < elpellini@usp.br > Em 16/08/2012	Atualização de índice.
1.2	Eng. Leonardo Ramos Pereira < leoramosp@usp.br > Em 23/07/2014	Retirada e acréscimo de capítulos, correções diversas.
1.3	Eng. Leonardo Ramos Pereira < leoramosp@usp.br > Em 23/07/2014	Reescrita dos capítulos 12 e 13, correções diversas.

Roteiro para programação do UR - F60 via UR Setup

1.4	Eng. Leonardo Ramos Pereira < leoramosp@usp.br > Em 10/09/2014	Modificação dos capítulos 16 e 17 e modificações nos capítulos 12 e 13, além de correções de índices de figuras e tabelas.
-----	---	--

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Tela principal do Enervista UR Setup.....	6
3. Criando conexões com os IED's na janela de configuração online.....	8
4. Criando arquivos de configuração offline.....	11
5. Transferindo as configurações offline para um IED.....	13
6. Salvando as configurações online dos IED's em um arquivo.....	14
7. Acendimento de LED's a partir de botões do painel frontal.....	16
8. Acendimento dos LED's com botões e lógica programável.....	18
9. Comando do disjuntor através de botão frontal.....	21
10. Sinalização de estado do disjuntor.....	23
11. Comando do disjuntor a partir do painel frontal, com lógica programável..	24
12. Acionamento de LED por meio de mensagem GOOSE (IEC 61850) parte I.	24
13. Acionamento de LED por meio de mensagem GOOSE (IEC 61850) parte II	31
14. Acendimento de LED através de Função de Sobrecorrente e Subtensão....	33
15. Integração da função de sobrecorrente à lógica programável.....	37
16. Utilização de duas funções de sobrecorrente e acesso ao registro de eventos.....	37
17. Acesso à oscilografia e utilização da corrente de neutro.....	40
18. Próximos passos.....	44

1. Introdução

Este documento objetiva familiarizar o aluno com a parametrização e ensaios dos IED's da GE, da linha UR - Universal Relay, com a ferramenta de programação Enervista UR Setup e com outros elementos de testes e ensaios disponíveis no laboratório L.PROT. A nomenclatura utilizada para cada equipamento pode ser encontrada em uma etiqueta amarela, no canto superior direito de cada IED no painel do LPROT.

As atividades mostradas nesse documento servirão como base para a construção do projeto final a ser desenvolvido na disciplina PEA 2509, em seu Módulo SAS. O tempo estimado para o término de todas as atividades é entre 12 e 16 horas.

Algumas etapas e itens estão interconectadas de modo que as configurações dos primeiros itens poderão ser aproveitadas nos itens posteriores. Com os dados desse documento e do manual do dispositivo GE UR, o aluno poderá extrapolar os conceitos apresentados para o ajuste e parametrização de outros IEDs do experimento. Todas as informações apresentadas aqui serão utilizadas em algum momento na construção do sistema de proteção.

Todas as configurações podem ser realizadas diretamente no IED (janela "Online"), ou diretamente em um arquivo de configuração (janela "Offline") para serem posteriormente carregadas em um dispositivo. Todas as janelas de configuração, tanto no contexto *Online* quanto *Offline*, apresentam opções idênticas. Os experimentos cujo que mostram como gerar e manipular arquivos de configuração estão nos capítulos 4, 5 e 6. O capítulo 2 apresenta a interface do Enervista ao usuário e o capítulo 3 destina-se aos usuários que trazem seus próprios computadores ao laboratório e precisam configurar a conexão entre estes e os IED's através do Enervista (que pode ser baixado no em stoa.usp.br, disciplina PEA 2509).

Nos experimentos restantes (a partir do capítulo 7), as configurações são efetuadas diretamente no IED (janela "Online"), o que não impede os alunos

fazê-las na janela “Offline”. Em verdade, recomenda-se que, antes de deixar o laboratório em cada dia de trabalho, que todas as configurações de IEDs sejam salvas em arquivos *Offline*, uma vez que outras atividades podem ser executadas no LPROT e as memórias dos dispositivos e computadores podem ser apagadas sem nenhum aviso prévio. Os arquivos *Offline* gerados devem ser gravados e transportados com os alunos.

Além disso, cabe ressaltar que no decorrer das atividades, não se deve esquecer de salvar frequentemente os trabalhos realizados, seja em arquivo, seja na memória do dispositivo, clicando-se nos botões “Save” nas respectivas janelas de configuração.

Todos os IEDs envolvidos no experimento deverão ser configurados pelo grupo de alunos. Durante a execução desse tutorial ou durante a execução dos trabalhos finais de parametrização, para evitar confusões, é importante coordenar com os seus colegas quais alunos irão parametrizar quais IEDs, de forma que não ocorram conflitos, tais como dois alunos parametrizando o mesmo IED.

2. Tela principal do Enervista UR Setup

A janela principal do Enervista UR Setup pode ser vista na Fig. 2.1. Nessa, pode-se notar a área de janelas de configuração, a janela de arquivos/IEDs *Online* (“Online Window”) e a janela de arquivos *Offline* (“Offline Window”).

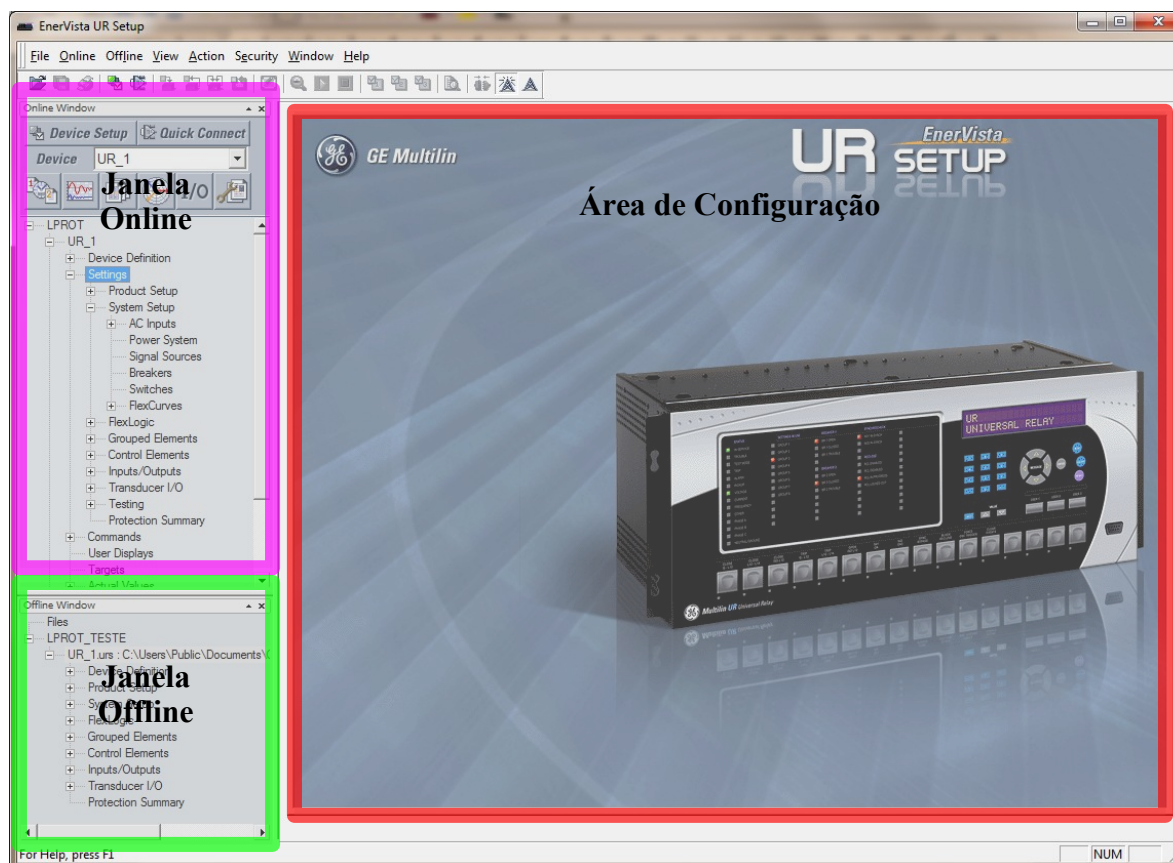


Fig. 2.1: Tela principal do Enervista.

A janela de arquivos/IEDs Online é constituída por uma árvore de dispositivos, pré-cadastrados pelo usuário, correspondente aos IEDs presentes fisicamente na instalação de campo (no caso da experiência, os IEDs presentes na estrutura de Laboratório).

Clicando-se em cada elemento e sub-opção dessa árvore, o usuário dá prosseguimento às configurações particulares daquele IED, quando são abertas pequenas janelas na área de configuração, tais como janelas de parâmetros de rede de comunicação, funções de proteção, etc.

Roteiro para programação do UR - F60 via UR Setup

Deve-se atentar as mudanças nessas parametrizações são feitas imediatamente nos respectivos dispositivos, quando o usuário clica nos botões “Save” das janelas de configurações abertas. Nenhuma dessas mudanças efetuadas através da “Online Window” é gravada localmente no disco rígido do computador do engenheiro.

Na janela de arquivos Offline, por outro lado, são listados um ou mais arquivos (de extensão URS) armazenados localmente no computador do engenheiro. Cada arquivo URS contém as configurações de um determinado IED para uma futura transferência para a memória de um dispositivo físico.

Caso a janela “Offline Window” não esteja visível, deve-se clicar Na opção “View” e marcar a opção “Offline Window”)”, como mostra a Fig. 2.2 .



Fig. 2.2: Configurando a exibição da janela "Offline Window" no Enervista.

3. Criando conexões com os IED's na janela de configuração *online*

Esse capítulo destina-se a pessoas que preferem trabalhar no laboratório a partir de seus próprios notebooks. Após instalar o software Energista UR Setup e abrir o programa, clicar na opção “Device Setup” no canto superior esquerdo da janela “Online Window”. Um menu similar ao da figurá 3.1 será aberto.

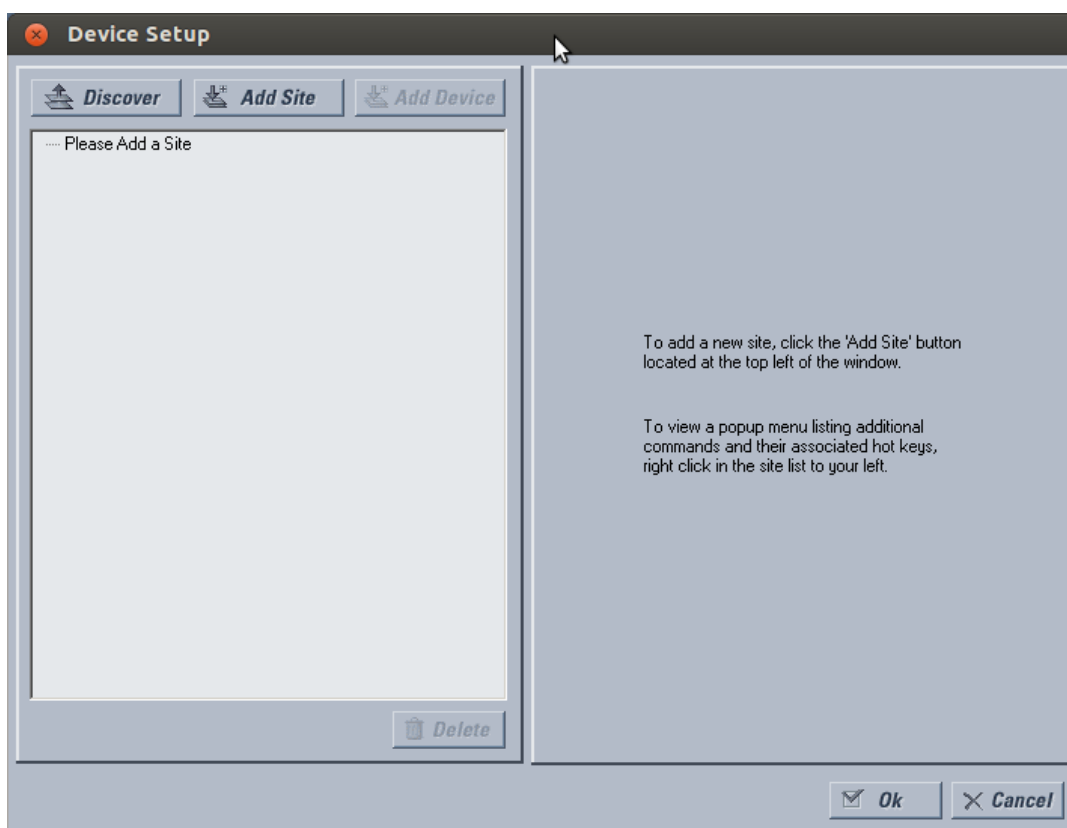


Figura 3.1 – Device Setup

Vamos adicionar primeiramente os dispositivos da subestação 5142. Para isso, clicar na opção “Add Site”, fornecer um nome e uma descrição (opcional) para a subestação criada, como mostra a figura 3.2.

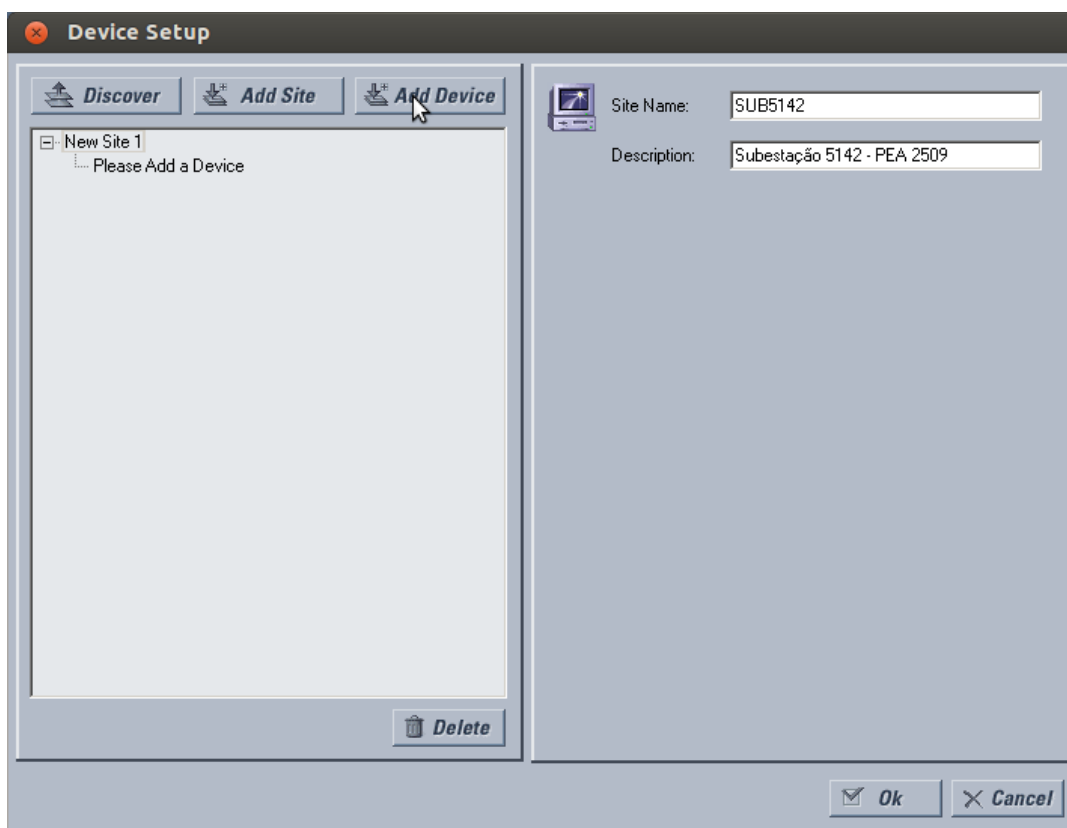


Figura 3.2 - Adicionando uma subestação

Após isso (não clicar em “OK”), clicar em “Add Device” para cadastrar os IED's. Preencher o campo “Device Name” com o nome do dispositivo (5142A, 5142B, etc...), fornecer uma descrição para o IED (opcional) e no campo “Interface”, escolher a opção “Ethernet”. No campo “IP Address”, preencher de acordo com o IED que estiver sendo inserido e com a tabela 12.2. Manter os campos “Slave Address” e “Modbus Port” com os seus valores padrão e no campo “Connected via Ethernet/Serial Gateway”, escolher a opção “Yes”. Após isso, clicar no botão “Read Order Code” e verificar se os campos “Order Code” e “Version” são preenchidos automaticamente. Caso não forem, verificar se o IED e o computador executando o enervista estão ligados à mesma rede. A figura 3.3 mostra os campos preenchidos.

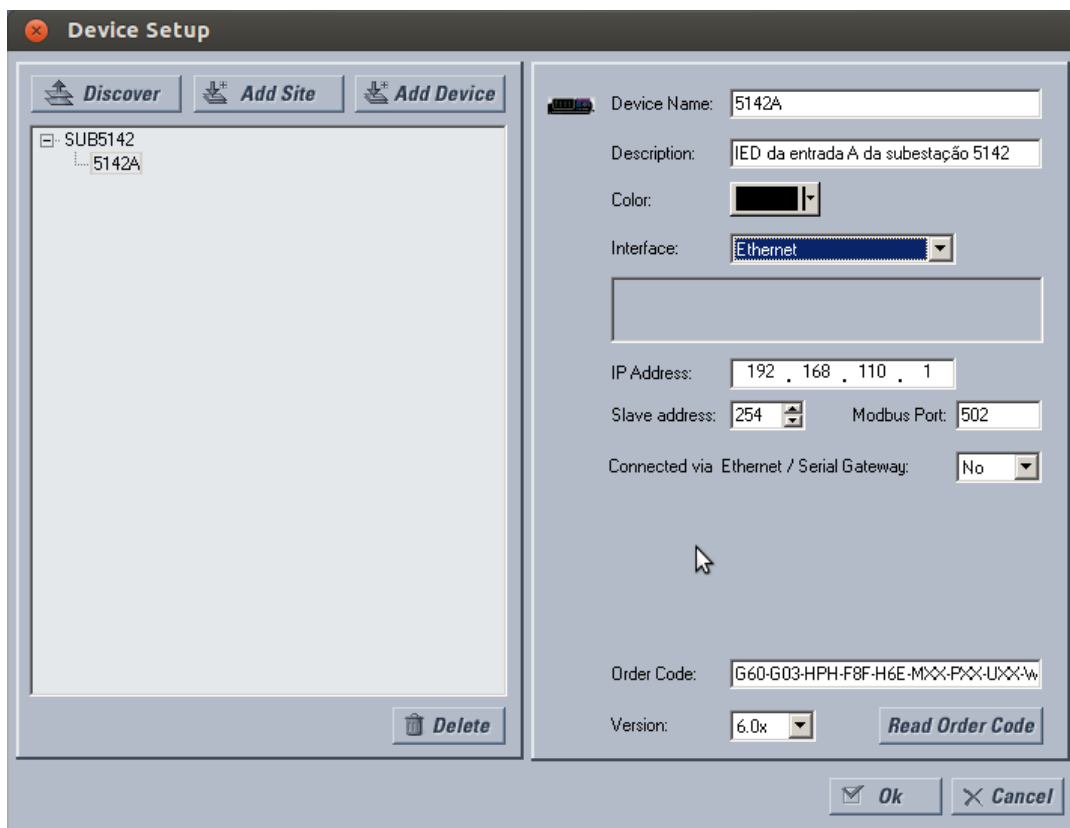


Figura 3.3 - Adicionando uma conexão com um IED

Após todos esses procedimentos, clicar em “Add Device” e adicionar os outros dispositivos restantes. Para adicionar uma nova subestação, clicar em “Add Site”. Não modificar o conteúdo dos campos “Order Code” e “Version”.

4. Criando arquivos de configuração *offline*

Os arquivos criados no modo *offline* podem ser editados fora do ambiente do laboratório com a possibilidade de serem carregados para o IED posteriormente.

Para construir um arquivo com a configuração *offline* do dispositivo, basta clicar com o botão direito do mouse na janela “Offline Window” e escolher a opção “New Settings File”, como mostra a Fig. 4.1.



Fig. 4.1: Criando um arquivo *offline* para armazenar as configurações do IED.

Escolha um nome e o caminho de acesso ao arquivo que será criado. Na janela que surge, preencha o campo “Order Code” com um dos códigos da Tabela 4.1, respeitando a associação com o nome que cada dispositivo terá na subestação. Esse procedimento é ilustrado na Fig. 4.2.

Tab. 4.1: Order codes para cada IED do sistema SAS a ser implementado.

Dispositivo	Order Code
5142A	G60-G03-HPH-F8F-H6E-MXX-PXX-UXX-WXX
5142B	T60-G03-HPH-F8F-H6E-MXX-PXX-UXX-WXX
5142C	F60-K03-HLH-F8F-H6E-W7I
5142D	F60-G03-HPH-F8F-H6E-M8Z-PXX-UXX-WXX
5142T	C60-G03-HPH-F8F-H6E-MXX-PXX-UXX-WXX
5151A	L90-G03-HPH-F8F-H6E-LXX-NXX-SXX-UXX-W7I
5151B	D60-G03-HPH-F8F-H6E-MXX-PXX-UXX-WXX
5151C	M60-G03-HPH-F8F-H6E-W5E
5151T	B30-G03-HPH-F8F-H6E-L8H

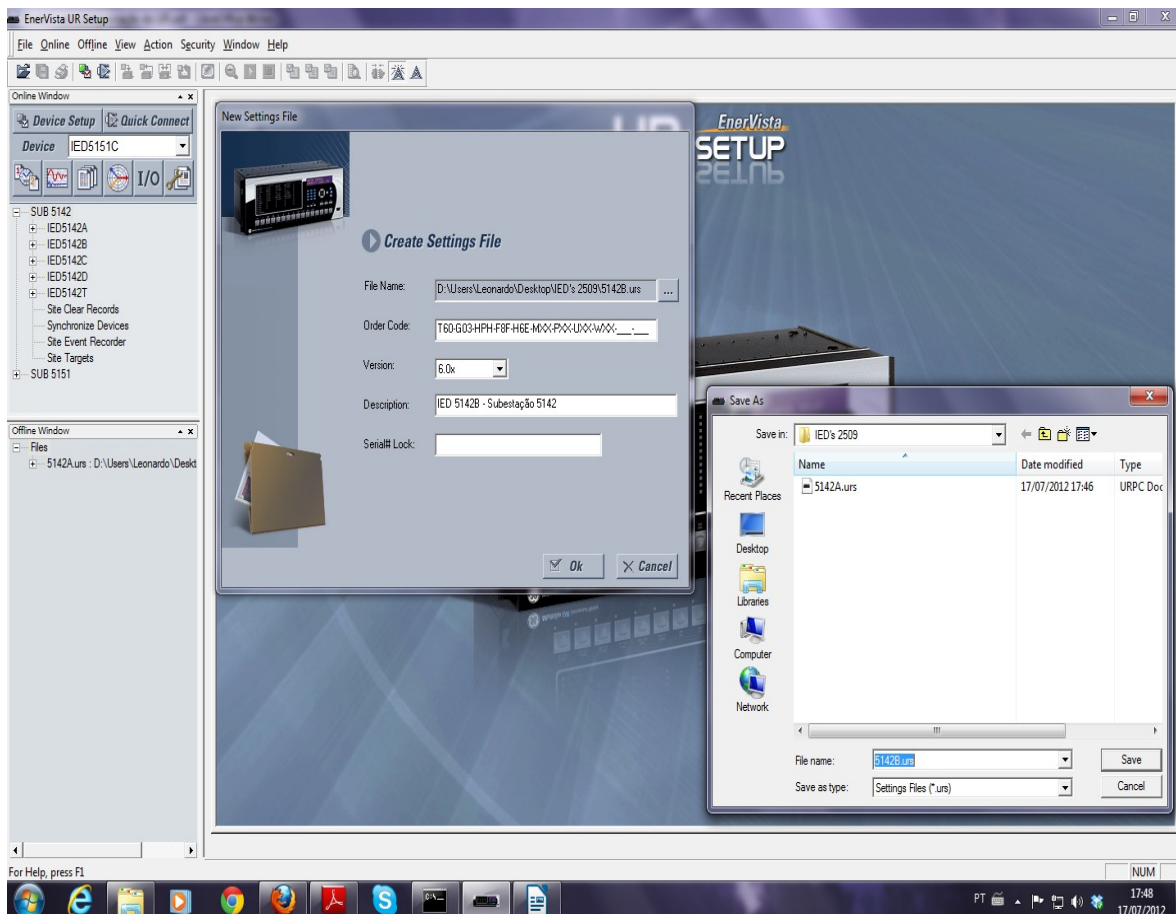


Fig. 4.2: Detalhe da criação do arquivo offline com o Order Code fornecido na Tabela 3.1.

Roteiro para programação do UR - F60 via UR Setup

Para cada IED, nessa janela deve-se selecionar a opção “6.0x” no campo “Version” e adicionar uma descrição (opcional). Clicando em “ok” o arquivo de configuração do dispositivo será criado e ficará listado na janela “Offline Window”.

5. Transferindo as configurações *offline* para um IED

Para transferir as configurações *offline* para um dispositivo físico em campo, deve-se clicar com o botão direito no respectivo arquivo que está na janela “Offline Window”, e escolher a opção “Write Settings File to Device”.

Na janela que irá surgir, deve-se escolher um dispositivo com um “Order Code” igual àquele configurado anteriormente para aquele arquivo offline “.urs”. A Fig. 5.1 ilustra esse procedimento.



Fig. 5.1: Transferindo as configurações de um arquivo offline no computador para a memória de um IED de campo.

6. Salvando as configurações *online* dos IED's em um arquivo

Caso seja necessário fazer o caminho inverso do descrito no item 5, ou seja, caso seja preciso salvar localmente em disco (em um arquivo “.urs”) as configurações presentes na memória de um IED de campo, deve-se selecionar o respectivo IED na janela “Online Window”, clicar com o botão direito, e escolher a opção “Read Device Settings”, como mostrado na Fig. 6.1.



Fig. 6.1: Fazendo a leitura das configurações de um IED presente na rede para um arquivo offline ".urs".

Após acionada a opção de leitura mostrada na Fig. 6.1, deve-se escolher o local e o nome do arquivo que será salvo. Deve-se clicar em “Receive”, confirmar (“Yes”) e aguardar o tempo necessário para que o IED envie suas configurações ao computador. Isso pode ser visto em detalhes na Fig. 6.2.

Caso o nome do arquivo seja inédito, este arquivo aparecerá automaticamente na janela “Offline Window”, permitindo sua consulta e alteração *offline*.

Atenção 1: Não se esqueça que as mudanças feitas no arquivo *offline* deverão

Roteiro para programação do UR - F60 via UR Setup

ser transferidas mais tarde para o dispositivo físico, utilizando o procedimento descrito no capítulo 5.

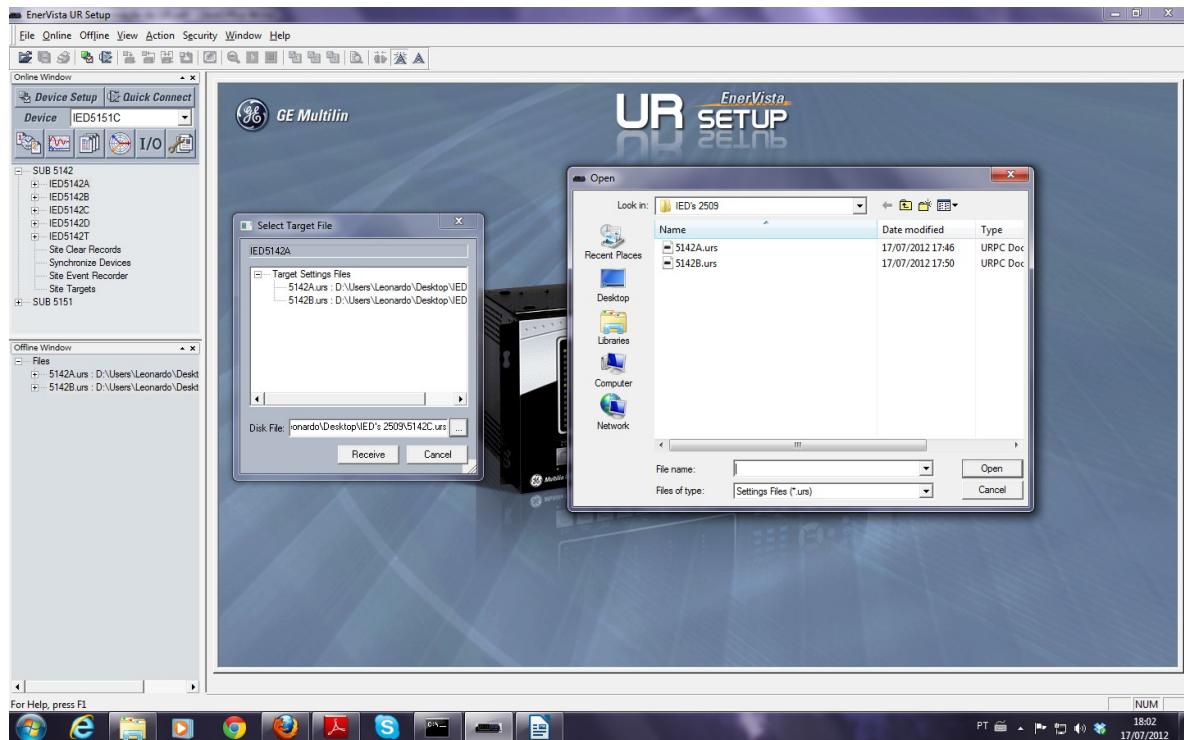


Fig. 6.2: Salvando as configurações do IED em um arquivo.

Atenção 2: Não se esqueça que os IED's no L.PROT poderão ser utilizados em outras atividades em outros horários, e suas memórias poderão ser constantemente apagadas e reprogramadas. Como medida de segurança, ao final de cada dia de trabalho no laboratório, cada equipe deve executar esse procedimento de armazenamento dos dados *online* em arquivos *offline*, para todos os IED's configurados.

7. Acendimento de LED's a partir de botões do painel frontal

Nessa atividade o aluno poderá acionar LEDs da IHM do IED a partir do pressionamento de dois botões disponíveis no painel frontal do equipamento. Para isso, na opção “**Settings \ Product Setup \ Programmable Pushbuttons**”, deve-se programar os botões frontais conforme a tabela 7.1. Note que nesse caso, a programação dos dois botões é idêntica, com exceção das propriedades “Top Text”, “On Text” e “Off Text”.

Como ao longo de todas as atividades desse documento serão utilizados os Pushbuttons de 1 a 7, o usuário já pode configurar todos esses botões com todos os parâmetros iguais, com exceção dos valores para as propriedades “Top Text”, “On Text” e “Off Text”, que serão ajustados conforme o botão programado.

Não esqueça de salvar suas mudanças nessa janela de opções através do botão “Save”.

Tabela 7.1 - Programação dos PushButtons

PushButton	PB1	PB2
Prog Pushbutton 1 Function	Self-reset	Self-reset
Prog Pushbutton 1 Top Text	LED 1	LED 2
Prog Pushbutton 1 On Text	LED 1 - ON	LED 2 -ON
Prog Pushbutton 1 Off Text	LED 1 - OFF	LED 2 - ACTIVE
Prog Pushbutton 1 Hold	0.1 s	0.1 s
Prog Pushbutton 1 Set	OFF	OFF
Prog Pushbutton 1 Reset	OFF	OFF
Prog Pushbutton 1 Autoreset Function	Enabled	Enabled
Prog Pushbutton 1 Autoreset Delay	0.5 s	0.5 s
Prog Pushbutton 1 Remote Lock	OFF	OFF
Prog Pushbutton 1 Local Lock	OFF	OFF
Prog Pushbutton 1 Drop-Out Timer	0.10 s	0.10 s
Prog Pushbutton 1 LED Operand	OFF	OFF
Prog Pushbutton 1 Message Priority	Normal	Normal
Prog Pushbutton 1 Events	Enabled	Enabled

Na opção “**Settings \ Product Setup \ User Programmable Leds \ User Programmable Leds**”, deve-se então associar o evento de acionamento do Pushbutton 1 ao LED 1 e o respectivo evento do Pushbotton 2 ao LED 2, conforme tabela 6.2. No campo “Type”, deixe o LED 1 como “Self-Reset” e o LED 2 como “Latched”.

Tabela 7.2 - Programação dos Leds

Leds		
LED 1	PUSHBUTTON 1 ON	Self-Reset
LED 2	PUSHBUTTON 2 ON	Latched

Após gravar essas configurações nos IED's, o usuário já pode testar os resultados, pressionando os botões 1 e 2 no painel frontal.

O botão 1 acenderá o LED 1 apenas enquanto estiver sendo pressionado, devido a opção “Self-Reset” na configuração do LED. Já o botão 2, mesmo se pressionamento momentaneamente, acenderá o LED 2 de forma permanente, devido a sua configuração “Latched”. Para apagar status do LED 2, deve-se apertar o botão azul “Reset”, disponível no canto superior esquerdo do painel frontal, como mostra a figura 7.1. Na figura pode-se notar também a numeração dos demais LED's e botões presentes na interface IHM do IED.



Figura 7.1 - Localização dos botões frontais, LED's e do botão RESET.

8. Acendimento dos LED's com botões e lógica programável

Nessa atividade, a funcionalidade de ligar ou desligar LEDs envolverá também uma lógica programável criada pelo usuário.

De forma semelhante à mostrada na tabela 7.1, deve-se programar os botões de Nº 3 (com o nome de “entrada 1”), Nº 4 (“entrada 2”) e Nº 5 (“Reset”). Tirando-se os campos de entrada de texto, os outros campos são programados igualmente.

Na opção “**Settings \ Flexlogic \ Flexlogic Equation Editor**” devem ser feitas as configurações mostradas na figura 8.1. Todas as linhas abaixo da linha 13 deverão conter o parâmetro “End of List”, indicando que não existe nenhuma lógica além da que foi apresentada.

FLEXLOGIC ENTRY	TYPE	SYNTAX
View Graphic	View	View
FlexLogic Entry 1	Protection Element	PUSHBUTTON 3 ON
FlexLogic Entry 2	Protection Element	PUSHBUTTON 5 ON
FlexLogic Entry 3	LATCH	Set/Reset
FlexLogic Entry 4	Assign Virtual Output	= Virt Op 1 (VO1)
FlexLogic Entry 5	Protection Element	PUSHBUTTON 4 ON
FlexLogic Entry 6	Protection Element	PUSHBUTTON 5 ON
FlexLogic Entry 7	LATCH	Set/Reset
FlexLogic Entry 8	Assign Virtual Output	= Virt Op 2 (VO2)
FlexLogic Entry 9	Virtual Outputs On	Virt Op 1 On (VO1)
FlexLogic Entry 10	Virtual Outputs On	Virt Op 2 On (VO2)
FlexLogic Entry 11	AND	2 Input
FlexLogic Entry 12	TIMER	Timer 1
FlexLogic Entry 13	Assign Virtual Output	= Virt Op 3 (VO3)

Figura 8.1 - Configuração de lógica programável.

O programa implantado dessa forma é constituído por alguns flip-flops do tipo Set-Reset (“LATCH”) comandados pelo pressionamentos dos botões 3, 4 e 5 da IHM, um elemento de lógica booleana do tipo “AND”, além de um elemento temporizador (“Timer”). Os resultados das lógicas são aplicadas a variáveis internas temporárias denominadas “Virtual Outputs”. O modo de construção da lógica programável é similar ao modo “pilha”, utilizado em algumas calculadoras.

Pode-se visualizar o programa desenvolvido em uma forma gráfica, clicando-se em “View” na janela do FlexLogic. O resultado é mostrado na figura 8.2.

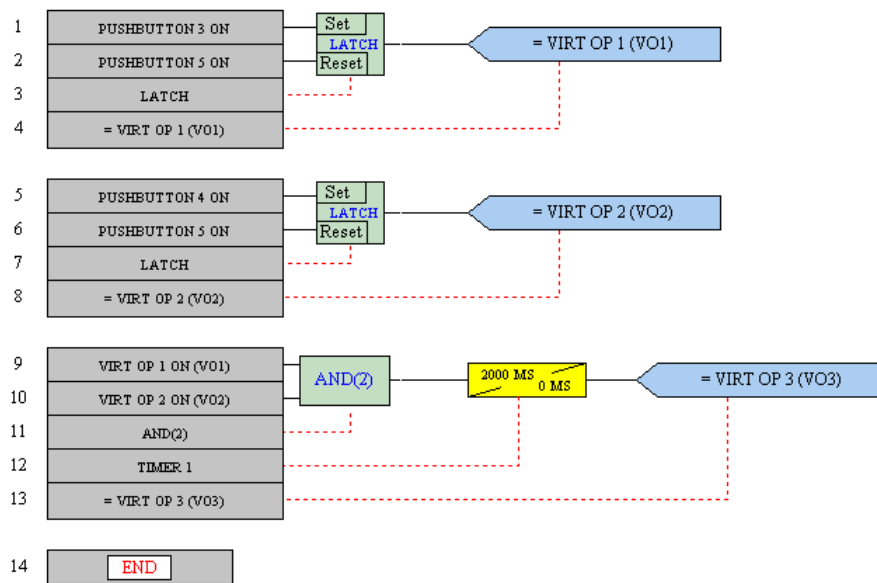


Figura 8.2 – Diagrama de lógica programável.

Após programar essa lógica é necessário configurar o *timer* e as “Virtual Outputs” utilizadas. Na opção “**Settings \ FlexLogic \ FlexLogic Timers**” deve-se programar o “Timer 1” conforme a tabela 8.1. Na opção “**Settings \ Inputs/Output \ Virtual Outputs**” pode-se modificar os nomes de cada “Virtual Output” conforme a necessidade, além de permitir a habilitação (“Enable”) de seu registro de eventos. Deve-se proceder com a configuração como mostrado na Tabela 8.2. Caso ocorra qualquer mudança em seus estados, as variáveis habilitadas terão sua transição de estado gravado no registro de eventos do IED.

Finalmente, na opção “**Settings \ Product Setup \ User Programmable Leds \ User Programmable Leds**” deve-se associar a Virtual Output 1 ao acionamento do LED 3, a Virtual Output 2 ao LED 4 e a Virtual Output 3 aos LEDs 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 (usar Ctrl+C, Ctrl+V) conforme figura 8.3. No campo “Type”, deve-se deixar os LEDs 3, 4 e 5 como “Self-Reset”.

Ao testar o esquema implementado, deve-se notar que os LEDs de 9 a 16, mesmo configurados para “Self-Reset”, se acenderão permanentemente quando o PushButton 3 for pressionado, devido à FlexLogic criada com o Flip-

Flop. Isso ocorre da mesma forma para o LED 4 com relação ao PushButton 4. Devido à lógica criada com o AND, os Flip-Flops e o Timer, dois segundos após os LED's 3 e 4 serem acesos, os LEDs 9 a 16 devem acender. O PushButton 5 apaga os LED's 3, 4 e 9-16, através dos Resets de todos os Flip-Flops. Após a experiência, dentro do menu **"Settings \ Inputs/Output \ Virtual Outputs"**, modificar o campo "Virtual Output 1 ID" colocando o texto "Saida_1" ao invés de "Virt Op 1" e proceder da mesma forma com os campos "Virtual Output 2 ID" e "Virtual Output 3 ID" digitando-se os textos "Saida_2" e "Saida_3", respectivamente. Observar então, o que ocorre acessando-se os menus **"Settings \ Flexlogic \ Flexlogic Equation Editor"** (clique na opção "View") e **"Settings \ Product Setup \ User Programmable Leds \ User Programmable Leds"**.

Tabela 8.1 - Programação dos timers

Timers	
Timer 1: Type	millisecond
Timer 1: Pickup Delay	2000
Timer 1: Dropout Delay	0

Tabela 8.2 - Programação das Virtual Inputs

Virtual Outputs	
Virtual Output 1 ID	Virt Op 1
Virtual Output 1 Events	Enabled
Virtual Output 2 ID	Virt Op 2
Virtual Output 2 Events	Enabled
Virtual Output 3 ID	Virt Op 3
Virtual Output 3 Events	Enabled

SETTING	OPERAND	TYPE
LED 1	PUSHBUTTON 1 ON	Self-Reset
LED 2	PUSHBUTTON 2 ON	Self-Reset
LED 3	Virt Op 1 On (VO1)	Self-Reset
LED 4	Virt Op 2 On (VO2)	Self-Reset
LED 5	OFF	Self-Reset
LED 6	OFF	Self-Reset
LED 7	OFF	Self-Reset
LED 8	OFF	Self-Reset
LED 9	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 10	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 11	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 12	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 13	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 14	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 15	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset
LED 16	Virt Op 3 On (VO3)	Self-Reset

Figura 8.3 - Programação dos LED's

Podemos verificar o estado das Virtual Outputs em tempo real através do menu

“Actual Values/Status/Virtual Outputs”.

9. Comando do disjuntor através de botão frontal

No LPROT, as conexões elétricas de cada IED com seu o respectivo disjuntor já estão feitas e um diagrama é mostrado na figura 9.1.

Foi criado um quadro sinóptico (figura 9.2) de uma subestação, onde cada disjuntor é emulado por um contator de potência. Nesse quadro, ao lado de cada disjuntor é mostrado o nome do respectivo IED que o controla, além da sinalização de seu estado operativo por meio de uma lâmpada (lâmpada acesa = disjuntor fechado).

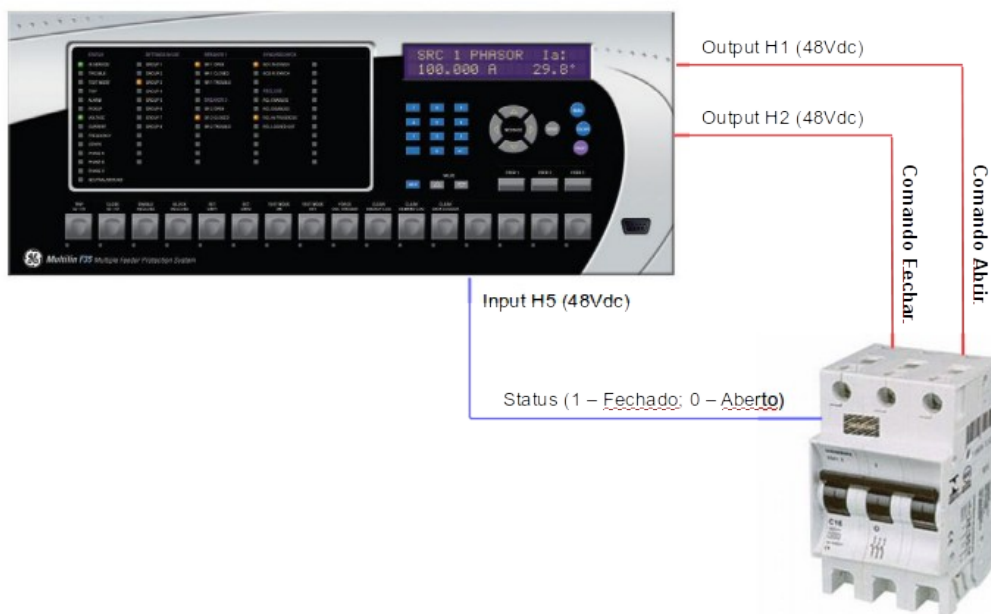


Figura 9.1 - Diagrama didático da conexão IED - Disjuntor

Para realizar a manobra manual de um desses disjuntores, basta fazer a programação no IED para que o mesmo ative suas saídas digitais corretas, para que seja feita a abertura ou o fechamento desse disjuntor, além da sinalização do estado do mesmo.

Para criar um botão de abrir disjuntor, na opção "**Settings \ Inputs/Outputs \ Contact Outputs**" deve-se associar a "Contact Output 1" com o estado de pressionamento do PushButton 6. Pode-se aplicar também uma identificação

alfanumérica a essa saída digital, com o nome “Trip” ou “Abrir”.

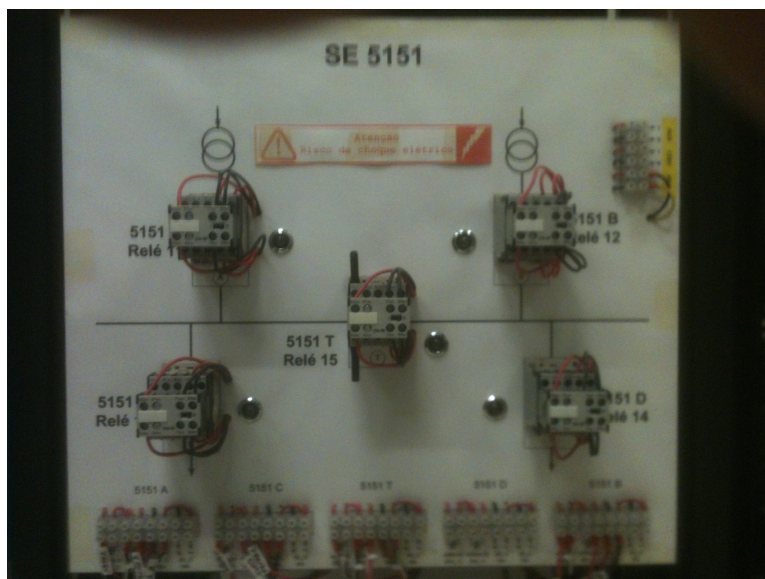


Figura 9.2 - Painel Sinótico da subestação 5151

Para criar o botão de fechar disjuntor, deve-se associar a “Contact Output 2” com o estado de pressionamento do PushButton 7. Modifique a identificação alfanumérica dessa saída digital com o nome “Fechar” ou “Close”. A tabela 8.1 mostra essas configurações.

Tabela 9.1 - Programação das Contact Outputs.

Contact Outputs	
[H1] Contact Output 1 ID	ABRE(TRIP)
[H1] Contact Output 1 Operate	PUSHBUTTON 6 ON
[H1] Contact Output 1 Seal-In	OFF
[H1] Contact Output 1 Events	Enabled
[H2] Contact Output 2 ID	FECHA(CLOSE)
[H2] Contact Output 2 Operate	PUSHBUTTON 7 ON
[H2] Contact Output 2 Seal-In	OFF
[H2] Contact Output 2 Events	Enabled

Ao se testar esse esquema, os botões 6 e 7 passam a comandar a abertura ou o fechamento do disjuntor correspondente. Não se esqueça de programar os botões 6 e 7, nos moldes da tabela 7.1.

10. Sinalização de estado do disjuntor

Cabe ressaltar que a manobra de um IED é uma operação que pode falhar devido a várias circunstâncias. Logo, é importante que o IED tenha conhecimento do verdadeiro estado do disjuntor para que seja possível detectar eventuais falhas nos circuitos de comando de abertura ou fechamento do equipamento.

Cada um dos disjuntores presentes no quadro da subestação no LPROT envia um sinal de estado para seu respectivo IED através de uma fiação elétrica dedicada, como esquematizado no diagrama da figura 9.2. O sinal é proveniente de um contato normalmente aberto de cada contator, e direcionado a uma entrada digital de seu IED. Esse sinal de estado do disjuntor tem uma nomenclatura padronizada denominada 52A (norma IEEE C37.2). Quando o contato 52A está fechado, o disjuntor está fechado, e vice-versa.

Para observar o estado 52A do disjuntor no IED, deve-se acessar a opção "**Settings \ Inputs/Outputs \ Contact Inputs**" e configurar a primeira entrada digital do IED (H5) para tal função, ajustando-se um identificador alfanumérico e outros parâmetros, como mostrado na tabela 10.2.

Para conferir se a ligação está correta, deve-se associar o LED 5 com a Contact Input 1 (Cont Ip 1 On(H5A)) e o LED 6 com a negação dessa Contact Input (Cont Ip 1 Off(H5A)). O LED 5 deverá acender sempre que o disjuntor estiver fechado e o LED 6 deverá acender sempre que o disjuntor estiver aberto. Ambos os LED's devem operar em modo "Self-Reset".

Tabela 10.2 - Programação das Contact Inputs

Contact Inputs	
[H5A] Contact Input 1 ID	Cont Ip 1
[H5A] Contact Input 1 Debounce Time	2.0 ms
[H5A] Contact Input 1 Events	Enabled

Após isso, podemos verificar o estado das Contact Outputs, em tempo real, através do menu "**Actual Values/Status/Contact Inputs**". Pode-se também modificar o campo "Contact Input 1 ID" para ter qualquer outro nome, tal como

52A ou similar (os menus nos quais essa contact input está listada serão modificados automaticamente).

11. Comando do disjuntor a partir do painel frontal, com lógica programável

Para entender melhor como funciona a programação das Contact Outputs e o IED, nesse mesmo menu "**Settings \ Inputs/Outputs \ Contact Outputs**", substitua, no campo "Contact Output 1 Operate" a opção "PUSHBUTTON 6 ON" pela opção "Virt Op 3" ou "Saida_1", criadas no experimento 8. Deixe o campo "Contact Output 2 Operate" com a opção "PUSHBUTTON 7 ON". Verifique como essas alterações afetam o comportamento do disjuntor, observando a figura 8.2. Com o disjuntor inicialmente fechado, ao pressionar o botão 3 e logo após o botão 4, o disjuntor deverá abrir após 2 segundos, quando a variável "Virt Op 3" ficará ativa. Devido a esta variável ser a saída de um latch o comando fechar fica ativado permanentemente e o Pushbutton 7 não conseguirá fechar o disjuntor. Deve-se, antes de apertar o Pushbutton 7, apertar o Pushbutton 5 para desativar a Virtual Output 3. Só depois disso o Pushbutton 7 causa o fechamento do disjuntor.

Podemos verificar o estado das Contact Outputs, em tempo real, através do menu "**Actual Values/Status/Contact Outputs**".

12. Acionamento de LED por meio de mensagem GOOSE (IEC 61850) parte I

Obs: Esse tópico envolve a programação de dois IED's, dos quais um deverá ser escolhido para ser o transmissor e o outro será o receptor.

O sistema de proteção a ser construído dependerá fundamentalmente de comunicação entre os IED's por meio de mensagens GOOSE. Para realizar a comunicação entre os IED's dessa forma, fazer parte das configurações a seguir em um dos IED's, que será o transmissor e fazer outra parte das

configurações em outro IED, que será o receptor (o exemplo a seguir toma o IED 5142A como transmissor e IED 5142B como receptor). Ao salvar cada configuração referente à norma IEC 61850, o programa nos avisará que é necessário desligar e ligar novamente o IED para que as configurações tenham efeito - faremos clicando-se em **Maintenance\Reboot Relay Command** e confirmando.

Nesse experimento, vamos aproveitar a lógica programável e as saídas configuradas no experimento 8.

Configurações do IED transmissor (exemplo para 5142A)

Em **Settings\Product Setup\Comunications\Network**, programar as informações de rede do IED, conforme tabela 12.1. Fazer essa configuração nos dispositivos transmissor e receptor.

Tabela 12.1 - Informações de rede do dispositivo

Network	
IP Address	192.168.110. 1
IP Subnet Mask	255.255.255. 0
Gateway IP Address	192.168.110.254
Ethernet Operation Mode	Full-Duplex
OSI Network Address (NSAP)	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

A relação entre os IED's e endereços IP de rede é dada na tabela 12.2 abaixo:

Tabela 12.2 - Informações de IP dos dispositivos

<i>Tabela com relação de endereços IP</i>		
Site	Device	IP
SUB5142	5142A	192.168.110.1
SUB5142	5142B	192.168.110.2
SUB5142	5142C	192.168.110.3
SUB5142	5142D	192.168.110.4
SUB5142	5142T	192.168.110.5
SUB5151	5151A	192.168.110.11
SUB5151	5151B	192.168.110.12
SUB5151	5151C	192.168.110.13
SUB5151	5151T	192.168.110.15

Em **Settings\Product Setup\Communications\IEC 61850\Server Configuration** fazemos as configurações indicadas na tabela 12.3, adaptadas para cada dispositivo. Não esquecer de, no campo “IEDName”, preencher da forma IED51xxx, de acordo com o dispositivo.

Tabela 12.3 - Server Configuration

Server Configuration	
IEDName	IED5142A
Logical Device Instance	LDInst
LPHD DC PhyNam location	Location
MMS TCP Port Number	102
Include NON-IEC Data	Disabled
Server Scanning	Enabled

A norma IEC 61850 define que qualquer fabricante, se quiser acessar a informação deste IED, deve se referir à ele como IED5142LDInst.

Na tabela 12.4, cujo local é “**Settings\Product Setup\Communications\IEC 61850\GGIO1 Status Configuration**”, colocamos variáveis que o IED disponibiliza para a rede de computadores na qual estiver inserido. Qualquer uma das variáveis disponíveis nessa tabela pode ser tanto transmitida em uma mensagem GOOSE quanto acessada por um computador com um protocolo tipo cliente-servidor. Vamos admitir apenas a Virtual Output 1, que, de acordo com o experimento 5, acende o LED 3, é ativada pelo Pushbotton 3 e desativada pelo Pushbotton 5:

Tabela 12.4 - GGIO1 Configuration

GGIO 1	
Number of Status Points	8
GGIO1 Indication 1	Virt Op 1 On (VO1)
GGIO1 Indication 2	OFF
GGIO1 Indication 3	OFF
GGIO1 Indication 4	OFF
GGIO1 Indication 5	OFF
GGIO1 Indication 6	OFF

Note que a variável ocupa a posição “Indication 1”. A norma IEC 61850 define que qualquer fabricante, se quiser acessar contida em “GGIO1 Indication 1”, deve se referir à ela como GGIO1.ST.Ind1.stVal, como será feito a seguir. Em **Settings\Product Setup\Communications\IEC 61850\GSSE GOOSE**

Configuration\Transmission\Tx Configurable GOOSE, definimos a mensagem que será transmitida. Aplicar as seguintes configurações, transmitindo apenas o primeiro valor da tabela GGIO1 (GGIO1 Indication 1), que já foi especificado, conforme mostra a tabela 12.5. Deixar os campos “GOOSEOut 2 Dataset Item” em diante com a opção “None”.

Tabela 12.5 - Tx Configurable GOOSE

Tx Configurable GOOSE	
GOOSEOut 1 Function	Enabled
GOOSEOut 1 ID	5142A
GOOSEOut 1 Destination MAC	01 CD 00 05 14 2A
GOOSEOut 1 VLAN Priority	4
GOOSEOut 1 VLAN ID	0
GOOSEOut 1 ETYPE APPID	10
GOOSEOut 1 ConfRev	1
GOOSEOut 1 Retransmission Curve	Relaxed
GOOSEOut 1 Dataset Item 1	GGIO1.ST.Ind1.stVal

Os campos “Etype APPID” e “Destination MAC” dependem do IED que está sendo programado, de acordo com a tabela 12.6.

Tabela 12.6 - Tx Configurable GOOSE

Tabela de Endereço MAC e APPID utilizadas nos IED's		
Dispositivo	MAC	APPID
5142A	01 CD 00 05 14 2A	10
5142B	01 CD 00 05 14 2B	20
5142C	01 CD 00 05 14 2C	30
5142D	01 CD 00 05 14 2D	40
5142T	01 CD 00 05 14 20	50
5151A	01 CD 00 05 15 1A	60
5151B	01 CD 00 05 15 1B	70
5151C	01 CD 00 05 15 1C	80
5151T	01 CD 00 05 15 10	100

Em **Settings \ Product Setup \ Communications \ IEC 61850 \ GSSE GOOSE Configuration \ Transmission \ General**, alterar o valor da

configuração "Update Time" para 1 segundo, que é o tempo de retransmissão das mensagens GOOSE em regime permanente. A partir dos artifícios descritos até aqui, a IEC 61850 tem o objetivo de facilitar a comunicação entre dispositivos de diferentes fabricantes, com uma descrição padronizada da informação.

Por definição, essa mensagem é broadcast, ou seja, vai para todos os dispositivos conectados à rede em que o IED estiver. Cada IED então tem acesso a todas as mensagens da rede, mesmo que nem todas sejam necessárias à sua lógica de programação. O IED receptor deve então, subscrever os dispositivos e mensagens que devem chegar ao mesmo. Todas as outras mensagens serão descartadas pela sua interface de rede.

Configurações do IED receptor (exemplo para 5142B)

Na opção "**Settings\Inputs/Outputs\Remote devices**", cadastrar os dispositivos que enviam informações pertinentes a este receptor. No caso, cadastraremos apenas o dispositivo 5142A como mostra a tabela 12.7.

Tabela 12.7 - Remote Devices 5142B

Remote Devices	
Remote Device 1 ID	5142A
Remote Device 1 ETYPE APPID	10
Remote Device 1 DATASET	GOOSEIn 1

Note que essas configurações tem que estar de acordo com as configurações da tabela 12.5 (Device ID e Device ETYPE APPID). Cada dispositivo cadastrado recebe uma GOOSEIn com número diferente.

Na opção "**Settings \ Product Setup \ Communications \ IEC 61850 \ GSSE GOOSE Configuration \ Reception \ Rx Configurable GOOSE\ GOOSEIn 1 Dataset Item 1**", realizar a configuração da tabela 12.8. Neste menu, definimos como será a estrutura de cada mensagem GOOSE recebida. No caso, a mensagem discriminada como GOOSEIn 1 (proveniente do 5142A, vide tabela 12.7) consiste de um bit com a finalidade de representar o status (ST) de uma variável.

Tabela 12.8 - Rx Configurable GOOSE

Rx Configurable GOOSE	
GOOSEIn 1 Dataset Item 1	GGIO3.ST.Ind1.stVal
GOOSEIn 1 Dataset Item 2	None

A informação recebida é armazenada, pelo IED 5142B, na tabela GGIO3 com a mesma ordenação que foi enviada. Por isso, nos referimos ao bit contido na mensagem GOOSE recebida como GGIO3.ST.Ind1.stVal.

Note que a posição especificada no Item 1 contém a string “Ind1” que é uma abreviação de “Indication 1” que por sua vez é a posição da variável que foi decidida na tabela 12.5. Com essas configurações, realizamos a comunicação entre os dispositivos, resta saber como o IED 5142B utiliza a informação recebida.

No menu **Settings\Inputs Outputs\Remote Inputs**, especificar as configurações a serem aplicadas à informação recebida, de acordo com a tabela 12.9.

Tabela 12.9 - Cadastramento das Remote Inputs

Remote Inputs	
Remote Input 1 Name	VirtOp_5142A
Remote Input 1 Device	5142A
Remote Input 1 Item	Dataset Item 1
Remote Input 1 Default State	Off
Remote Input 1 Events	Enabled

Note que aqui especificamos a opção “Dataset Item 1” no campo “Remote Input Item”. Essa opção deve estar de acordo com a tabela 12.8, segundo a qual só existe alguma informação no Dataset item 1. A remote input (RI) “VirtOp_5142A” do nosso exemplo representa o bit recebido do IED 5142A e poderá ser usada nas lógicas e saídas do IED 5142B.

Agora, no IED 5142B, No menu **Settings\Product Setup\User Programmable Leds\ User Programmable Leds** associamos os LEDs de 25 até 32 com o status do Remote Device (Online/Offline) e os LEDs de 33 até 40 com a informação Remote Input que está sendo captada pela rede. Todos os LED's são deixados em status “Self-Reset”. A tabela 12.10 ilustra esse procedimento.

Após todas essas configurações, devemos reiniciar os dois IED's novamente para testar se as configurações funcionaram. Dado que o IED 5142B detecta a

presença na rede do IED 5142A (devido a configuração em Remote Devices), os LEDs 25-32 do IED 5142B deverão ficar acesos. Nessas condições, apertando o Pushbotton 3 no IED 5142A, a virtual output 1 assume o valor lógico 1 e os LEDs 33-40 do IED 5142B deverão ficar acesos. Apertando o Pushbotton 5 do IED 5142A, a virtual output assume o valor lógico 0 e os LEDs 33-40 do IED 5142B devem se apagar.

Tabela 12.10 - Associação dos LED's com Remote Inputs

Remote Inputs		
LED 25	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 26	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 27	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 28	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 29	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 30	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 31	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 32	5142A On (RD1)	Self-Reset
LED 33	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 34	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 35	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 36	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 37	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 38	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 39	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset
LED 40	VirtOp_5142A ON (RI1)	Self-Reset

Podemos verificar, no IED receptor, se a comunicação está sendo bem sucedida através do menu **“Actual Values/Status/Remote Devices Status”**. Os dispositivos remotos cadastrados devem aparecer neste menu com o status “Online”. Da mesma forma, podemos conferir o estado das Remote Inputs através do menu **“Actual Values/Status/Remote Inputs”**.

Como exercício, no IED receptor, implemente uma AND na lógica programável que admita como entradas o Pushbutton 7 e a Remote Input 1 recebida, associando sua saída ao fechamento do disjuntor. Como passa a ser realizado o fechamento, segundo essa lógica? Finalmente, utilize o software “Wireshark” para observar as mensagens GOOSE mais detalhadamente.

13. Acionamento de LED por meio de mensagem GOOSE (IEC 61850) parte II

Para melhorar o entendimento sobre o envio e recebimento de mensagens GOOSE, agora utilizaremos um IED emissor e três IED's receptores. Supondo que o IED transmissor seja o IED 5142A, manteremos todas as configurações realizadas no experimento 12, com exceção de duas.

Configurações do IED transmissor (exemplo para 5142A)

Menu “**Settings\Product Setup\Comunications\IEC 61850\GGIO1 Status Configuration**”.

Tabela 13.1 - GGIO1 Status Configuration

GGIO 1	
Number of Status Points	8
GGIO1 Indication 1	Virt Op 1 On (VO1)
GGIO1 Indication 2	Virt Op 2 On (VO1)
GGIO1 Indication 3	Virt Op 3 On (VO1)
GGIO1 Indication 4	OFF
GGIO1 Indication 5	OFF
GGIO1 Indication 6	OFF

Menu “**Settings\Product Setup\Comunications\IEC 61850\Transmission\Tx Configurable GOOSE**”.

Tabela 13.2 - Tx Configurable GOOSE

Tx Configurable GOOSE	
GOOSEOut 1 Function	Enabled
GOOSEOut 1 ID	5142A
GOOSEOut 1 Destination MAC	01 CD 00 05 14 2A
GOOSEOut 1 VLAN Priority	4
GOOSEOut 1 VLAN ID	0
GOOSEOut 1 ETYPE APPID	10
GOOSEOut 1 ConfRev	1
GOOSEOut 1 Retransmission Curve	Relaxed
GOOSEOut 1 Dataset Item 1	GGIO1.ST.Ind1.stVal
GOOSEOut 1 Dataset Item 2	GGIO1.ST.Ind2.stVal
GOOSEOut 1 Dataset Item 3	GGIO1.ST.Ind3.stVal
GOOSEOut 1 Dataset Item 4	OFF
GOOSEOut 1 Dataset Item 5	OFF

Com isso, pretendemos transmitir três variáveis em uma mesma mensagem GOOSE. Cada um dos IED's receptores vai receber todas essas variáveis, porém cada um utilizará em sua programação uma variável distinta.

Configurações dos IEDs receptores

Nos três dispositivos receptores, realizamos a configuração descrita na tabela 12.7. Modificaremos a configuração descrita na tabela 12.8 (menu “**Settings \ Product Setup \ Communications \ IEC 61850 \ GSSE GOOSE Configuration \ Reception \ Rx Configurable GOOSE**”). Será feita do mesmo modo nos três IED's receptores, como mostra a tabela 13.3 a seguir:

Tabela 13.3 - Rx Configurable GOOSE

Rx Configurable GOOSE	
GOOSEIn 1 Dataset Item 1	GGIO3.ST.Ind1.stVal
GOOSEIn 1 Dataset Item 2	GGIO3.ST.Ind2.stVal
GOOSEIn 1 Dataset Item 3	GGIO3.ST.Ind3.stVal

Isso mostra que o IED receptor reconhece uma mensagem composta por três bits em sequência, cada um representando uma variável de estado.

Já a configuração da tabela 12.9 (menu “**Settings\Inputs Outputs\Remote Inputs**”), será modificada adaptando-se para cada IED receptor, variando-se a escolha do campo “Remote Input 1 Item” entre as opções “Dataset Item 1”, “Dataset Item 2” e “Dataset Item 3” como nos mostram as tabelas 13.4 e 13.5. Qualquer IED dentro da rede poderá subscrever um ou mais dentre esses Datasets, recebendo um ou mais bits enviados pelo IED que elegemos como transmissor. Após reiniciar os IED's, verifique de que forma essas escolhas influenciam no acendimento dos LED's 33-40. (Obs: A configuração dos LED's em todos os IED's receptores é idêntica a da tabela 12.10).

Tabela 13.4 - Remote Inputs recebendo Dataset Item 1

Remote Inputs	
Remote Input 1 Name	VirtOp_5142A
Remote Input 1 Device	5142A
Remote Input 1 Item	Dataset Item 1
Remote Input 1 Default State	Off
Remote Input 1 Events	Enabled

Tabela 13.5 - Remote Inputs recebendo Dataset Item 2

Remote Inputs	
Remote Input 1 Name	VirtOp_5142A
Remote Input 1 Device	5142A
Remote Input 1 Item	Dataset Item 2
Remote Input 1 Default State	Off
Remote Input 1 Events	Enabled

14. Acendimento de LED através de Função de Sobrecorrente e Subtensão

Para realizar essa atividade será necessário utilizar tanto o IED como a caixa de testes Omicrom, capaz de produzir sinais de tensão e corrente ajustáveis, de forma a emular um evento de curto-circuito ou outro tipo de falta.

Na opção "**Settings\System Setup\AC Inputs\Current**", programar a relação dos transformadores de corrente em 1:500 para este caso (a relação dos transformadores é calculada pelo projetista em função do sistema real). Vamos simular uma situação em que a corrente nos disjuntores é de 500 vezes a corrente no IED e que a corrente nominal no secundário do TC (efetivamente medida pelo IED) é de 1A. A configuração é mostrada na tabela 14.1.

Da mesma forma, na opção "**Settings\System Setup\AC Inputs\Voltage**", modificar apenas o campo "Phase VT Ratio" e "Auxiliary VT Ratio". Nesses campos colocaremos a relação de tensão. Para uma relação 138 kV : 115 V vamos colocar o valor 1200 nos dois campos.

Na opção "**Settings\System Setup\Signal Sources**", programar a fonte de sinal de medição do IED: a entrada F1. Isso é mostrado na tabela 14.2.

Tabela 14.1 - Current Source Tabela 14.2 - Signal Sources

Current sources	
PARAMETER	CT F1
Phase CT Primary	500 A
Phase CT Secondary	1 A
Ground CT Primary	500 A
Ground CT Secondary	1 A

Signal Sources		
PARAMETER	SOURCE 1	SOURCE 2
Name	SRC 1	SRC 2
Phase CT	F1	None
Ground CT	F1	None
Phase VT	F5	None
Aux VT	F5	None

Note que o IED tem mais uma entrada para medições, porém não iremos utilizá-la. Até agora, só configuramos medição de corrente e não a função de sobrecorrente. Para programar a função de sobrecorrente, Na opção

"**Settings\Grouped Elements\Group 1\Phase Current\Phase IOC**", fazer a programação descrita na tabela 14.3:

Tabela 14.3 - Programação da função de sobrecorrente instantânea e temporizada.

Phase IOC		
PARAMETER	PHASE IOC1	PHASE IOC2
Function	Enabled	Disabled
Source	SRC 1 (SRC 1)	SRC 1 (SRC 1)
Pickup	1.000 pu	1.000 pu
Delay	2.00 s	0.00 s
Reset Delay	0.00 s	0.00 s
Block A	Virt Op 2 On (VO2)	OFF
Block B	OFF	OFF
Block C	OFF	OFF
Target	Self-reset	Self-reset
Events	Enabled	Disabled

Note que existem duas funções de sobrecorrente (PHASE IOC1 e PHASE IOC2), mas só vamos utilizar uma por enquanto (Obs: existem também funções de sobrecorrente de neutro, denominadas NEUTRAL IOC). Além disso, só estamos fazendo o teste com a fase A, sendo os testes para as demais fases análogos a este. Note também que SRC1 significa o local de onde a corrente será medida e a medida máxima de corrente para não ativar a função (bit PHASE IOC1 PKP = 1) é de 1 pu (1 A, devido a configuração do secundário do trafo de corrente). Verificaremos os efeitos da configuração de 2 segundos de delay logo mais. No caso da configuração do campo Block A: Virt Op 2 On espera-se que a Virtual Output 2, acionada pelo Pushbotton 4 (e desativada pelo Pushbotton 5 - vide experimento 2) e que acente o LED 4 tenha a capacidade de bloquear a função de sobrecorrente, ou seja, os eventos associados a essa função não ocorrem enquanto essa virtual output estiver em 1.

Na opção "**Settings\Grouped Elements\Group 1\Voltage Elements\Phase UV**", fazer a programação da função de subtensão conforme tabela 14.4. Note que o limite mínimo de tensão é 0.8 pu e o atraso programado para a função é de 3 segundos. Uma tensão abaixo de 0.8 pu que perdure por mais de 3 segundos ativará a função. Note que existem três funções de subtensão neste IED (PHASE UV1, PHASE UV2 e PHASE UV3), mas só utilizaremos a primeira.

Tabela 14.4 - Programação da função de subtensão instantânea e temporizada.

Parameter	Phase UV1	Phase UV2	Phase UV3
Function	Enabled	Disabled	Disabled
Signal Source	SRC 1 (SRC 1)	SRC 1 (SRC 1)	SRC 1 (SRC 1)
Mode	Phase to Phase	Phase to Ground	Phase to Ground
Pickup	0.800 pu	1.000 pu	1.000 pu
Curve	Definite Time	Definite Time	Definite Time
Delay	3.00 s	1.00 s	1.00 s
Minimum Voltage	0.000 pu	0.100 pu	0.100 pu
Block	Virt Op 2 On (VO2)	OFF	OFF
Target	Self-reset	Self-reset	Self-reset
Events	Enabled	Disabled	Disabled

Na opção **Settings\Product Setup\User Programmable Leds\ User Programmable Leds**, associamos o LED 8 com a função PHASE IOC1 PKP de sobrecorrente, o LED 9 com a função PHASE IOC1 OP de sobrecorrente, o LED 10 com a função PHASE UV1 PKP de subtensão e o LED 11 com a função PHASE UV1 OP de subtensão. Isso é mostrado na tabela 14.5.

Tabela 14.5 - Associação de LED's às funções de sobrecorrente.

LED's		
SETTING	OPERAND	TYPE
LED 1	PUSHBUTTON 1 ON	Self-Reset
LED 2	PUSHBUTTON 2 ON	Latched
LED 3	Virt Op 1 On (VO1)	Self-Reset
LED 4	Virt Op 2 On (VO2)	Self-Reset
LED 5	52A On(H5A)	Self-Reset
LED 6	52A Off(H5A)	Self-Reset
LED 7	PHASE IOC1 PKP	Self-Reset
LED 8	PHASE IOC1 OP	Self-Reset
LED 9	PHASE UV1 PKP	Self-Reset
LED 10	PHASE UV1 OP	Self-Reset

As funções PKP (sobrecorrente instantânea e subtensão instantânea) devem acender os LED's 8 e 10 assim que a corrente nos terminais do IED passar de 1 pu (1 A na caixa omicron ou 500 A na medição do IED) e assim que a tensão ficar em menos que 0,8 pu. Já a função OP (sobrecorrente e subtensão temporizadas) espera que a corrente fique acima de 1 pu durante o tempo de 2

segundos (e a tensão abaixo de 0,8 pu por 3 segundos) que configuramos no campo "Delay" na tabela anterior. Só daí então o LED 9 e/ou o LED 11 acenderão.

PARAMETER	SOURCE 1
Name	SRC 1
PHASORS	View
RMS Ia	547.876 A
RMS Ib	0.000 A
RMS Ic	0.000 A
RMS In	548.342 A
Phasor Ia	547.771 A 0.0 deg
Phasor Ib	0.000 A 0.0 deg
Phasor Ic	0.000 A 0.0 deg
Phasor In	548.370 A 0.0 deg
Zero Seq I0	182.850 A -0.1 deg
Positive Seq I1	182.426 A 0.0 deg
Negative Seq I2	182.495 A 0.0 deg

Figura 14.1 - Ligações do IED com a caixa de testes e o medidor de corrente.

É interessante fazer o teste injetando correntes abaixo e acima de 1 A com a caixa OMICRON e o software Quick CMC (pedir auxílio do monitor do laboratório para utilizar a caixa de testes). Quando a caixa de testes estiver injetando corrente no IED, pode-se acompanhar as medições em tempo real através da janela "Online", menu **Actual Values\Metering\Source\Phase Current** e **Actual Values\Metering\Source\Phase Voltage** como mostrou a figura 13.1. Note que a figura medição multiplica a corrente injetada por 500 (corrente no campo - primário do TC). Ao fazer os testes, notar que assim que abaixamos o valor da corrente abaixo dos valores configurados, os LED's 8 e 9 que estavam acesos se apagam. O raciocínio para a subtensão é análogo.

Agora, verificar que, caso o botão 4 estiver pressionado, a virtual output 2 estará ativa e o bloqueio de sobrecorrente e subtensão estará ativado. Nesse caso, mesmo se a corrente passar de 1 A (ou a tensão for reduzida abaixo de 0,8 p.u.), nada acontecerá.

15. Integração da função de sobrecorrente à lógica programável

O objetivo desse capítulo é mostrar como as funções de proteção se integram à lógica programável já vista. No menu **Settings/Flexlogic/Flexlogic Equation Editor**, podemos inserir, logo após as lógicas já construídas, as funções de proteção na lógica programável, mostradas pela figura 15.1:

TYPE	SYNTAX
View	View
Protection Element	PHASE IOC1 OP
Protection Element	PHASE UV1 OP
AND	2 Input
Assign Virtual Output	= Virt Op 4 (VO4)

Figura 15.1 - Inserindo elementos de proteção em FlexLogic

Associar a Virtual Output 4 ao LED 11 e observar o seu comportamento. Associar também essa Virtual Output à Contact Output que faz a abertura do disjuntor (vide experimento 9) e realizar o ensaio de abertura do disjuntor utilizando a caixa de testes. Se você conseguiu entender os conceitos vistos, implemente uma programação em que a abertura do disjuntor possa ser ordenada tanto pela Virtual Output 4 quanto pelo comando realizado pelo Pushbutton 6.

16. Utilização de duas funções de sobrecorrente e acesso ao registro de eventos

No IED temos mais de uma função de sobrecorrente instantânea para utilizar de diversas formas possíveis. No menu **Settings\Grouped Elements\Group 1\Phase Current\Phase IOC**, ativar a segunda função de sobrecorrente instantânea, como mostrado na tabela 16.1 (compare esta tabela com a tabela 13.3).

No menu **Settings/Flexlogic/Flexlogic Equation Editor**, modifique a lógica de modo que a abertura do disjuntor possa ser ordenada tanto pela Virtual

Output 4 (implementada no tópico anterior) como pela segunda função de sobrecorrente instantânea. Essa lógica é mostrada na figura 16.1 (para inserir linhas no meio da programação clicar com o botão direito em uma das linhas e escolher a opção “Insert” - caso quiser apagar alguma linha, escolher a opção “Delete”).

Tabela 16.1 - Programação da segunda função de sobrecorrente instantânea e temporizada.

Phase IOC		
PARAMETER	PHASE IOC1	PHASE IOC2
Function	Enabled	Enabled
Source	SRC 1 (SRC 1)	SRC 1 (SRC 1)
Pickup	1.000 pu	1.500 pu
Delay	2.00 s	0.00 s
Reset Delay	0.00 s	0.00 s
Block A	Virt Op 2 On (VO2)	OFF
Block B	OFF	OFF
Block C	OFF	OFF
Target	Self-reset	Self-reset
Events	Enabled	Enabled

O IED mantém um arquivo com o registro sequencial dos últimos eventos. Antes de acessá-lo, vamos apagá-lo. Para isso, na janela “Online”, menu **Commands**, duplo clique em “Clear Records”, clique em “Clear Event Records” e em “Yes”. Após limpar o registro de eventos, uma mensagem de confirmação é exibida. Clicar em “OK”. Sempre entre um ensaio e outro, será pedido que se limpe o registro de eventos, para que dados referentes a um ensaio passado não atrapalhe a análise do experimento que estiver sendo feito.

Protection Element	PHASE IOC1 OP
Protection Element	PHASE UV1 OP
AND	2 Input
Protection Element	PHASE IOC2 OP
OR	2 Input
Assign Virtual Output	= Virt Op 4 (VO4)

Figura 16.1 - FlexLogic

Associar os operadores PHASE IOC2 PKP e PHASE IOC2 PKP aos LED's 12 e 13 para observar o comportamento dessas variáveis. Considerando que a abertura do disjuntor seja ordenada pela Virtual Output 4, como no tópico anterior, injetando corrente e tensão com a caixa de teste vemos que o disjuntor é aberto instantaneamente quando a corrente passa de 1,5 A ou temporizadamente, quando há uma subtensão e a corrente se encontra entre 1 A e 1,5 A. Em “**Actual Values\Records\Event Record**”, visualizar o registro de eventos do IED, que associa cada evento com uma informação de tempo advinda do GPS que se encontra no painel do laboratório, logo acima dos IED's. Uma amostra desse registro é mostrada na figura 16.2.

Event Number	Date/Time	
14	Jul 20 2012 19:17:08.207052	ABRE(TRIP2) Off
13	Jul 20 2012 19:17:08.207052	ABRE(TRIP) Off
12	Jul 20 2012 19:17:08.207052	PHASE IOC1 DPO A
11	Jul 20 2012 19:17:08.206999	52A Off
10	Jul 20 2012 19:17:08.190388	ABRE(TRIP2) On
9	Jul 20 2012 19:17:08.190388	ABRE(TRIP) On
8	Jul 20 2012 19:17:08.190388	PHASE IOC1 OP A
7	Jul 20 2012 19:17:06.188765	PHASE IOC1 PKP A
6	Jul 20 2012 19:16:47.534166	FECHA(CLOSE) Off
5	Jul 20 2012 19:16:47.534166	PUSHBUTTON 7 OFF
4	Jul 20 2012 19:16:46.993146	52A On
3	Jul 20 2012 19:16:46.967518	FECHA(CLOSE) On
2	Jul 20 2012 19:16:46.967518	PUSHBUTTON 7 ON
1	Jul 20 2012 19:15:11.777580	EVENTS CLEARED

Figura 16.2 - Registro de eventos

Os eventos de 11 a 14 ocorrem depois que a caixa de testes foi desligada e a corrente no IED já cessou. Note que a função de sobrecorrente vai a nível lógico 0 (DPO = “drop-out”), assim como a contact output que determina a abertura do disjuntor também vai a zero (dado que o disjuntor já está aberto).

Outro ponto é que podemos selecionar os registros pertinentes do registro de eventos, copiá-los pressionando “Ctrl + Shift + C” e colar em uma planilha do Excel/LibreOffice com o comando Ctrl + V. Das duas condições programadas que determinam a abertura do disjuntor, tente determinar qual delas ocorreu apenas utilizando a leitura do registro de eventos.

17. Acesso à oscilografia e utilização da corrente de neutro

No menu **Settings\Grouped Elements\Group 1\Neutral Current\Neutral IOC**, programar os parâmetros referentes à corrente de neutro, conforme tabela 17.1.

Tabela 17.1 - Parametrização das duas funções de neutro.

Phase IOC		
PARAMETER	NEUTRAL IOC1	NEUTRAL IOC2
Function	Enabled	Enabled
Source	SRC 1 (SRC 1)	SRC 1 (SRC 1)
Pickup	1.000 pu	0.100 pu
Delay	4.00 s	0.00 s
Reset Delay	0.00 s	0.00 s
Block	Virt Op 2 On (VO2)	OFF
Target	Self-reset	Self-reset
Events	Enabled	Enabled

Modificar novamente a lógica programável, no menu **Settings/Flexlogic/Flexlogic Equation Editor.**, como mostra a figura 17.1. Dessa vez repare que um curto circuito trifásico não seria detectado pela lógica de programação. Associar os operações NEUTRAL IOC1 PKP, NEUTRAL IOC1 OP, NEUTRAL IOC2 PKP e NEUTRAL IOC2 OP aos LED'S 14 e 15.

Protection Element	PHASE IOC1 OP
Protection Element	PHASE UV1 OP
Protection Element	NEUTRAL IOC1 OP
AND	3 Input
Protection Element	PHASE IOC2 OP
Protection Element	NEUTRAL IOC2 OP
AND	2 Input
OR	2 Input
Assign Virtual Output	= Virt Op 4 (VO4)

Figura 17.1 - FlexLogic

Além do registro de eventos, o IED pode apresentar os dados na forma de gráficos para análise. Na opção "**Settings\Product Setup\Oscilography**,

configurar o disparo de oscilografia com a função de sobrecorrente instantânea. Captar os sinais de proteção e demais sinais utilizados nos canais digitais, como mostra a tabela 17.2.

Tabela 17.2 - Configurações de oscilografia.

Oscilografia	
Number Of Records	5
Trigger Mode	Automatic Overwrite
Trigger Position	30 %
Trigger Source	PHASE IOC1 PKP
AC Input Waveforms	32 samples/cycle
Digital Channel 1	PHASE IOC1 PKP
Digital Channel 2	PHASE IOC1 OP
Digital Channel 3	PHASE IOC2 PKP
Digital Channel 4	PHASE IOC2 OP
Digital Channel 5	PHASE UV1 PKP
Digital Channel 6	PHASE UV1 OP
Digital Channel 7	NEUTRAL IOC1 PKP
Digital Channel 8	NEUTRAL IOC1 OP
Digital Channel 9	NEUTRAL IOC2 PKP
Digital Channel 10	NEUTRAL IOC2 OP
Digital Channel 11	Virt Op 4 (VO4)

Injetar correntes e tensões com a caixa de testes novamente, ativando em algum momento, a variável PHASE IOC1 PKP, responsável pelo trigger. Após o teste, clicar no nome do IED configurado na janela “Online Window” e clicar no botão com uma senóide logo acima dessa janela, como indica a figura 17.2. Uma amostra de oscilografia é exibida na figura 17.4 apenas com sinais selecionados.

A oscilografia contém um registro gráfico dos sinais selecionados. Clicando Na opção "do UR Setup “Actions”, escolhendo a opção “Preferences” e a guia “Analog”, teremos um menu com a relação dos sinais analógicos plotados, que é exibido na figura 17.3. O mesmo acontece com os sinais digitais, escolhendo-se a guia “Digital”.

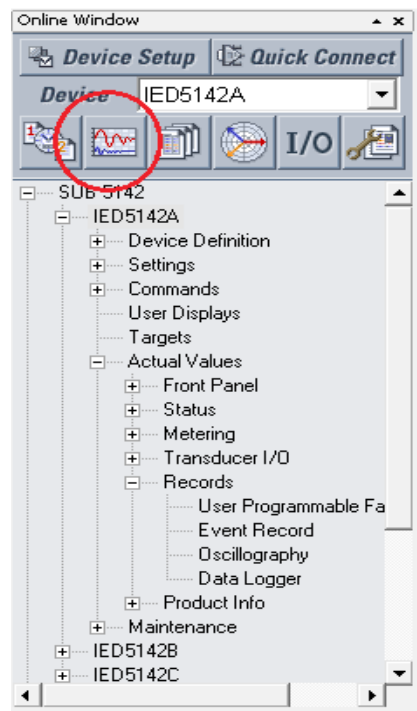


Figura 17.2 - Aquisição de oscilografia

Na guia "Analog", apenas o sinal F1-IA deve ficar com a opção "Auto", no campo editável "Display Order". Os outros sinais devem ficar com a opção "None", conforme mostra a figura. Clicando em OK, temos no gráfico apenas os sinais que estamos analisando, conforme mostra a figura 17.4. A partir do menu File → Save As, podemos salvar esse gráfico como um arquivo .jpeg. Selecionando-se qualquer área da oscilografia com o botão direito do mouse, daremos um zoom fazendo com que esta área ocupe toda a tela. Assim como foi feito com o registro de eventos, tente adivinhar qual a natureza das perturbações apontadas pelo IED utilizando somente a oscilografia.

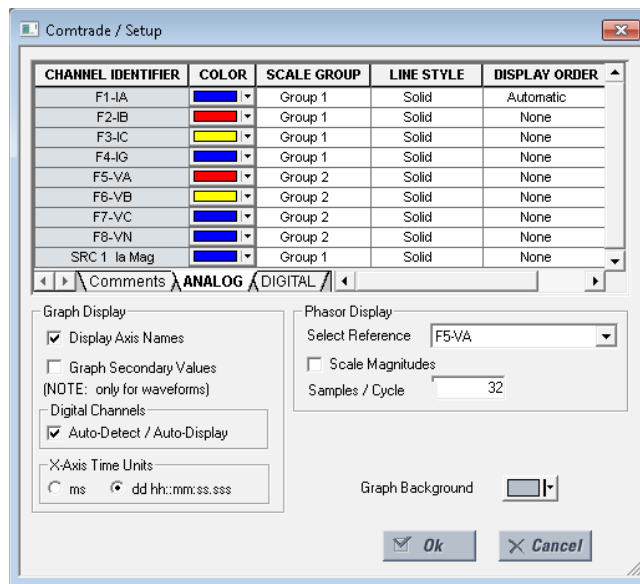


Figura 17.3 - Configurações de visualização da oscilografia

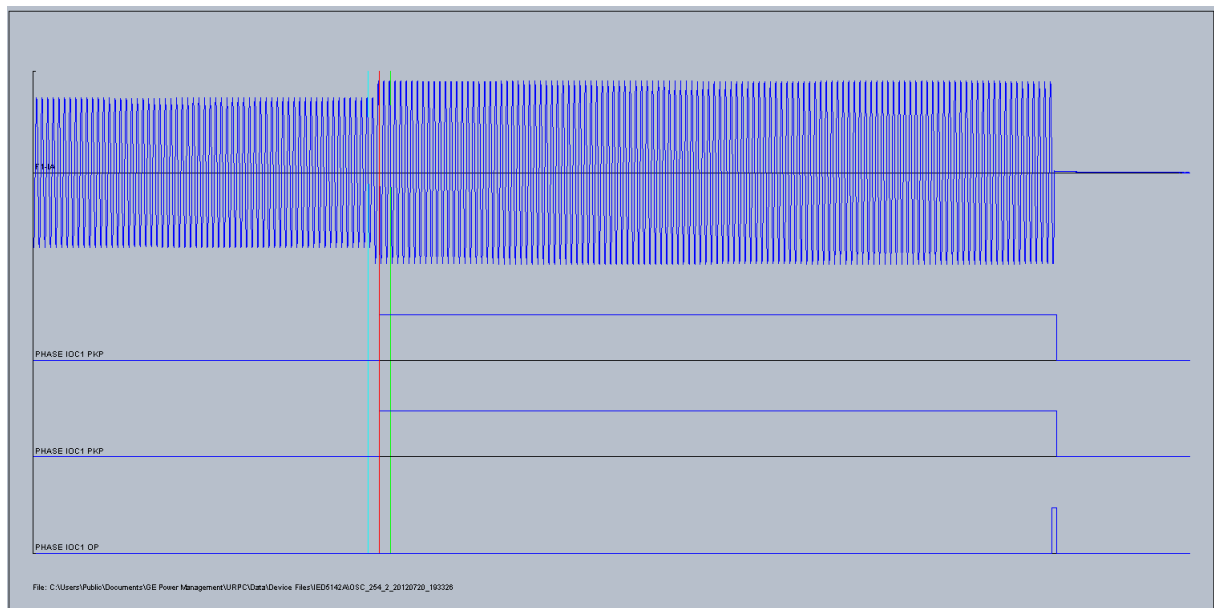


Figura 17.4 - Oscilografia do IED após alterações.

18. Próximos passos

Dado que o tutorial foi realizado com atenção, o usuário já possui a condição para desenvolver o sistema cujas lógicas são descritas no Anexo A do documento “**Roteiro Sistema Proteção e Automação para Planta Industrial**”. Para entender a nomenclatura das variáveis utilizadas, recorrer ao documento “**Detalhe das logicas - complemento**”. Para fazer a programação de cada IED passo-a-passo, voltada ao projeto em questão, consultar “**Roteiro para programação do UR**”. Voltar sempre à este tutorial caso exista alguma dúvida sobre o modo de programação dos IED's.