



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Esquema de Rejeição de Cargas Inteligente com Funcionalidade Distribuída Utilizando Recursos da Norma IEC61850

<b>Luis Fabiano dos Santos</b>	<b>Odair Tolardo</b>	<b>Anderson S. Nogueira</b>
<b>ABB</b>	<b>Asthor</b>	<b>Asthor</b>
luis.fabiano@br.abb.com	odairtolardo@gmail.com	andersonpa@uol.com.br

#### Palavras-chave

Automação de subestações

IEC61850

Rejeição de carga

#### Resumo

Este artigo tem por objetivo apresentar os denominados Esquemas de Rejeição de Cargas, tanto em solução tradicional como as mais recentemente utilizadas. Procura mostrar os modernos recursos disponíveis atualmente em Dispositivos Eletrônicos Inteligentes, bem como em Sistemas de Automação de Subestações, que permitem que um Esquema de Rejeição de Cargas mais eficiente possa ser concebido e implantado. O artigo destaca ainda como os conceitos estabelecidos pela Norma IEC61850 podem ser aplicados no desenvolvimento de um sistema de rejeição de cargas otimizado.

#### 1. Introdução

Um sistema de potência em condições estáveis de operação, com frequência nominal, deve apresentar um equilíbrio entre as potências de entrada e saída, ou seja, a potência mecânica total das máquinas primárias deve ser igual à soma de todas as cargas conectadas mais as perdas de potência real no sistema. Um aumento na demanda ou a perda de uma unidade de geração pode, no entanto, causar um desequilíbrio entre a geração e a carga, resultando em um decremento da frequência que pode levar ao colapso de todo o sistema.

A remoção rápida e seletiva de algumas cargas pode possibilitar uma recuperação do equilíbrio, isto é, para condições próximas às nominais, evitando assim um desligamento prolongado do sistema e permitindo a restauração do serviço em um tempo curto. Este tipo de filosofia é conhecido por Esquema de Rejeição (ou Descarte) de Cargas, ou do inglês Load Shedding, sendo uma tentativa em restabelecer o balanço de potência entre a produção e o consumo de energia. Em particular, este esquema deve cumprir três princípios básicos [2]: (a) deve prover segurança contra disparos indevidos; (b) deve determinar o total de carga a ser desligada; (c) deve atuar em curto intervalo de tempo.

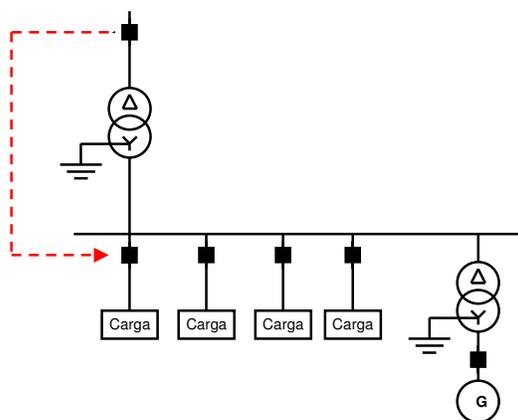
Particularmente, diversos critérios e procedimentos devem ser considerados para a concepção de esquemas de rejeição de cargas [1], tais como: sobrecarga máxima, número de passos, dimensão da carga rejeitada em cada passo, ajustes de frequência, temporizações e localização dos relés de frequência. Adicionalmente, o sistema deve ser estudado com respeito a eventual sobrecarga que

poderá haver no caso de desligamento de unidades de geração primordiais para o sistema, bem como de linhas ou barras. Estudos de estabilidade podem ajudar na identificação de áreas críticas.

Nos casos em que aumentos graduais de carga ocorram, ou ainda para pequenas sobrecargas, os sistemas de controle das unidades geradoras devem atuar de maneira a compensar a diferença de velocidade da máquina, aumentando a potência de entrada do gerador. Todavia, nos casos em que ocorram sobrecargas severas para as quais os sistemas de controle não possuam resposta imediata torna-se necessário o desligamento intencional e automático de uma parte da carga igual ou maior ao valor de sobrecarga.

Em esquemas tradicionais de rejeição de cargas alguns circuitos predefinidos podem ser abertos por intertravamento entre disjuntores, que atua diretamente no desligamento das cargas acopladas a estes disjuntores. No entanto, este esquema não leva em consideração a quantidade necessária de potência a ser removida do sistema em função da perda específica de certa unidade de geração, o que significa que uma quantidade maior ou menor de carga do que a realmente necessária pode ser desligada. A Figura 1 apresenta um esquema de descarte de cargas por intertravamento entre disjuntores. Neste caso, a abertura do disjuntor de entrada resulta em disparo imediato de alguns disjuntores de cargas, previamente definidas.

**Figura 1: Rejeição de cargas por intertravamento entre disjuntores**



Com a introdução de dispositivos microprocessados um esquema de rejeição de cargas mais inteligente e preciso pode ser elaborado. Por exemplo, através do uso de IEDs, do inglês *Intelligent Electronic Devices*, ou Dispositivos Eletrônicos Inteligentes, a informação de diferentes alimentadores pode ser obtida e mesmo trocada entre estes dispositivos microprocessados através de seus recursos de comunicação. Neste caso, a carga real pode ser levada em consideração e atualizada no algoritmo de rejeição de carga, havendo o desligamento apenas das cargas que totalizem a quantidade necessária de potência que permita novamente o equilíbrio do sistema.

Este arranjo permite um esquema de rejeição de cargas denominado distribuído, uma vez que as informações fluem de/para diferentes IEDs posicionados em diferentes pontos ao longo do sistema. Adicionalmente, os IEDs podem estar conectados a um sistema de automação de subestações, o que possibilita um monitoramento e controle em tempo real do sistema.

## 2. Esquema convencional de alívio de cargas

A medição de frequência é um indicador confiável de uma condição de sobrecarga, e relés de frequência podem ser utilizados para desconectar os circuitos previamente definidos, preservando a integridade do sistema e minimizando desligamentos. Tipicamente, são desligados os circuitos ou cargas com menor importância.

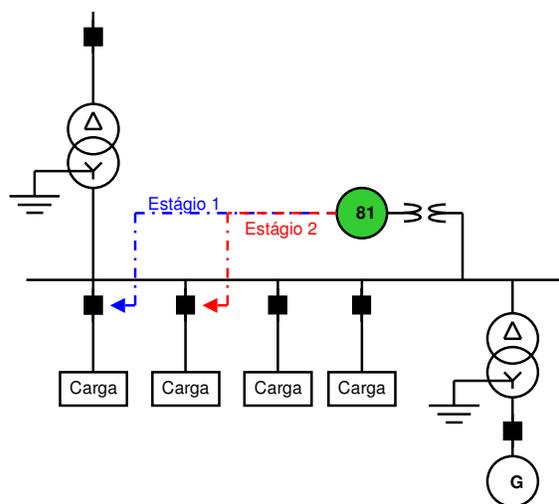
A utilização de relés de subfrequência em esquemas tradicionais de rejeição de cargas é feito tendo-se em vista a possibilidade de haver uma repentina sobrecarga no sistema, o que poderia ocasionar um desligamento maior de cargas prioritárias. Assim, um grupo de relés de frequência, cada um responsável por um determinado bloco de cargas, realiza o desligamento concatenado das cargas na medida em que o valor de frequência atinja um determinado ajuste de subfrequência.

Desta forma, quando a frequência cair a um nível abaixo do valor de ajuste os relés de frequência irão promover o alívio de cargas em certo percentual da carga total. Se este desligamento de cargas for suficiente para estabelecer um equilíbrio de frequência, ou mesmo resultar em um ligeiro aumento do valor de frequência, o procedimento de rejeição de cargas será interrompido.

Porém, se a primeira atuação do sistema de rejeição de cargas não for suficiente, ou seja, se a frequência do sistema continuar diminuindo, um segundo nível de ajuste de subfrequência será atingido e um segundo bloco de cargas será desligado. Este procedimento será repetido até que haja uma diminuição do nível de sobrecarga ou todos os relés de frequência disponíveis no sistema tenham atuado.

Uma maneira de melhorar este esquema, diminuindo assim o impacto do desligamento de muitas cargas, é a utilização de grupos de relés de frequência com diferentes níveis de atuação, ou estágios, cada qual rejeitando um percentual específico da carga. Isto permite que a carga a ser desligada possa ser dividida em partes menores, resultando em um menor impacto no sistema. Tipicamente, os esquemas tradicionais desligam um número predefinido de circuitos quando uma determinada queda de frequência é atingida, sendo este procedimento repetido até que o equilíbrio entre a geração e a carga seja estabelecido. A Figura 2 ilustra este esquema.

**Figura 2: Rejeição de cargas por atuação de elementos de frequência**



Neste esquema os relés com ajustes mais altos atuam primeiro, diminuindo o declínio de frequência. Havendo uma sobrecarga maior as cargas alocadas em outro grupo, ou em outro estágio, irão ser desligadas consecutivamente, até que a condição favorável de frequência seja atingida. No entanto, a dificuldade deste arranjo está exatamente em coordenar todos os diferentes estágios de atuação, podendo haver ainda alguma dificuldade no momento de se restabelecer as cargas. Adicionalmente, este desligamento não sintonizado com o déficit de geração pode não assegurar uma condição de equilíbrio entre a produção e o consumo.

No entanto, esta quantidade de sobrecarga não é prontamente medida no instante do distúrbio e uma quantidade carga em blocos é desligada consecutivamente até que se estabeleça uma estabilização da frequência.

Os relés de frequência, por sua vez, não necessitam estar restritos a rejeitar apenas certa parte da carga. Podem, na verdade, efetuar o desligamento de todas as cargas disponíveis, mantendo apenas as unidades geradoras energizadas e sincronizadas. Este procedimento pode ser preferencial se comparado à possibilidade de completo blecaute do sistema, incluindo o desligamento das unidades geradoras, que podem tomar um elevado tempo para serem recompostas.

O sistema de rejeição de cargas é bastante discutido entre os usuários, principalmente quando diferentes consumidores estão conectados ao sistema sujeito aos desligamentos. Em particular, todos os consumidores procuram justificar a importância de suas cargas e assim priorizar a manutenção de sua alimentação. Esta controvérsia pode ocorrer tanto no âmbito de concessionárias e seus consumidores principais, tanto no âmbito industrial, onde diferentes empresas estão conectadas a um gerenciador de energia principal de um determinado complexo.

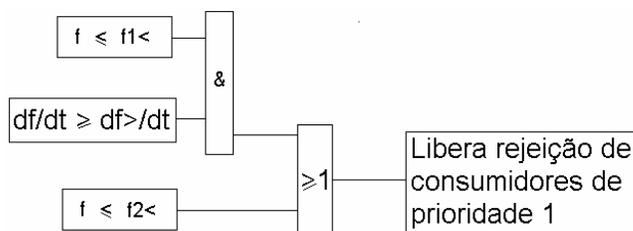
### 2.1 Critério de Rejeição de Cargas

A fim de que sejam estabelecidos critérios para o sistema de rejeição de cargas um estudo aprofundado do sistema de potência em questão é necessário, seja ele industrial ou de ambiente de concessionária. Em ambos os casos, diversas simulações são realizadas e diferentes situações avaliadas.

Tipicamente, o critério de rejeição de cargas é tratado como uma função Booleana que depende da frequência  $f$  e da taxa de frequência  $df/dt$ . É utilizado para a detecção de um desequilíbrio e é baseado na presunção de que em um desequilíbrio a frequência da rede irá diminuir.

Por exemplo, um critério de rejeição de cargas com dois ajustes de frequência pode ser representado pelo esquema visto na Figura 3. Para este caso, o critério é cumprido quando a frequência  $f$  diminuir para um valor abaixo de  $f1<$  e a taxa de frequência  $df/dt$  exceder o valor  $df>/dt$ , ou se a frequência  $f$  diminuir para um valor abaixo de  $f2<$ .

**Figura 3: Exemplo de critério de rejeição de cargas**



De maneira similar, outros consumidores podem ser alocados em diferentes prioridades, de acordo com a importância estratégica e econômica de cada um. Particularmente, um mesmo consumidor pode ter ainda seus diversos alimentadores em sua planta alocados em diferentes prioridades.

### 2.2 Alocação de Prioridade das Cargas

Uma prioridade pode ser especificada para cada alimentador de uma carga, e esses alimentadores com a mesma prioridade podem ser agrupados nas denominadas classes ou grupos de cargas.

A definição de prioridade de cada carga obedece quase sempre ao critério de sensibilidade, ou seja, se o consumidor é sensível às interrupções ou se possui compensações financeiras em caso de falta de energia. Por exemplo, em uma determinada planta industrial inicialmente é previsto o corte de energia nos serviços não prioritários, passando-se então ao corte de partes do processo que não tragam grandes impactos, até que estágios vitais de produção comecem a ser desligados.

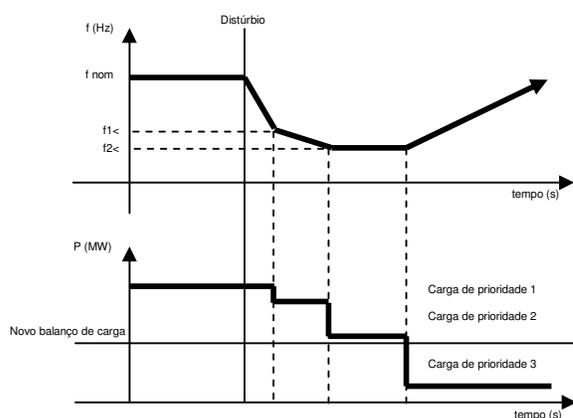
No entanto, cada nível de prioridade deve no final efetuar os desligamentos suficientes para se manter a estabilidade do restante do sistema que permanece alimentado. Por vezes, a dificuldade está em se desligar da maneira mais precisa apenas as cargas essencialmente necessárias, não desligando outras cargas que poderiam permanecer ainda ligadas.

### 3. Rejeição estática de cargas

O procedimento de rejeição estática de carga é baseado no desligamento sequencial das classes de cargas de acordo com o critério de rejeição de cargas. Assim, havendo diminuição da frequência, num primeiro momento as cargas alocadas com menor prioridade são rejeitadas. Caso esta rejeição não seja suficiente a frequência do sistema continuará a cair até que seu valor atinja o valor de ajuste da próxima classe. Após uma temporização as cargas desta segunda classe serão desligadas.

O processo acima é repetido conforme o número de estágios de frequência pré-estabelecidos, ou até que uma condição de balanço seja obtida. A Figura 4 ilustra a seqüência de eventos descrita:

**Figura 4: Rejeição estáticas de cargas**



O principal problema com este tipo de solução é que não se conhece antecipadamente a quantidade de carga que deve ser rejeitada de maneira a se obter um balanço de carga e de frequência. Adicionalmente, não se tem um monitoramento em tempo real da quantidade de carga que efetivamente está sendo conduzida por cada alimentador, ou seja, não se tem plena certeza se um determinado circuito está com sua carga máxima, ou mesmo se está sem carga alguma. Desta forma, o desligamento de um circuito com pouca carga, ou sem carga, pode não contribuir para o resultado esperado do esquema.

Outra característica deste tipo de sistema é que os diferentes estágios, ou classes de cargas, são desligados sequencialmente, apenas observando-se o nível de frequência atingido. Assim, pode ocorrer que o segundo estágio de classes de cargas seja ativado e todas as cargas deste conjunto sejam desligadas, quando na verdade apenas a rejeição de um dos circuitos já seria suficiente para a obtenção de uma condição de equilíbrio.

### 4. Rejeição dinâmica de cargas

O esquema de rejeição dinâmica de carga, por sua vez, não desliga um número pré-definido de circuitos, mas uma porcentagem pré-definida da carga total medida.

No esquema dinâmico é necessário que se faça um cálculo contínuo das condições operacionais do sistema protegido, de maneira a rejeitar a porcentagem adequada de carga necessária para o restabelecimento das condições de equilíbrio.

Para isso, há a necessidade de medição permanente da potência em cada alimentador, cujos valores devem ser disponibilizados ao controle responsável pelo esquema de rejeição de carga. Neste caso, a informação de cada potência pode ser viabilizada através de medição direta ou rede de comunicação a partir de outros dispositivos que já estiverem instalados nos respectivos bays. Para isso, a comunicação digital é necessária a partir destes dispositivos.

Um algoritmo especial compara uma potência de referência definida pelo usuário com as potências individuais de cada carga, sendo estabelecidas prioridades para cada uma. O algoritmo então seleciona os alimentadores, de acordo com as prioridades, de maneira a se obter uma soma maior que o valor de referência, minimizando a diferença entre o que deve ser rejeitado e as cargas a serem desligadas. Este algoritmo deve continuamente atualizar suas medições baseadas nas condições atuais de operação do sistema.

Tipicamente, os resultados são compilados em um formato final de tabela dinâmica, que define as cargas a serem imediatamente desconectadas. Isto permite que o esquema funcione praticamente de maneira instantânea, ou seja, as tabelas que são continuamente atualizadas irão desligar as cargas respectivas tão logo ocorra o gatilho que dá início ao processo de rejeição.

Em comparação ao esquema tradicional de rejeição de cargas, ou rejeição estática, a rejeição dinâmica possui uma maior capacidade de desligar cargas cujo somatório é mais próximo da quantidade real necessária para se atingir o nível de estabilidade. Assim, quase sempre, o esquema é eficiente já na primeira tentativa, ou seja, apenas o primeiro nível de cargas é desligado.

## **5. Rejeição inteligente de cargas**

As seqüências de um esquema tradicional de rejeição de cargas podem não ser aceitáveis em uma sociedade moderna. O desligamento não necessário de circuitos pertencentes a uma classe de cargas para o cumprimento de um estágio de freqüência é por vezes desastroso. Atualmente, tendo em vista a tecnologia disponível, há uma forte tendência no uso de lógicas de controle inteligentes, com uma diminuição expressiva na quantidade de hardware a ser empregado.

Um esquema inteligente de rejeição de cargas pode ser definido como um meio eficaz de melhorar a estabilidade de um sistema através de um controle adaptado à carga, em situações em que o sistema entraria em instabilidade. Neste caso, a principal dificuldade dos algoritmos está na escolha da carga a ser convenientemente desligada, e na rapidez.

Neste esquema, uma seqüência de quantidade de cargas deve ser rejeitada corretamente levando-se em consideração a potência entregue pela rede da concessionária antes do ilhamento, e a quantidade de geração local disponível para se manter as cargas essenciais, utilizando-se para isso dos preceitos estabelecidos por uma rejeição dinâmica de cargas. Portanto, as potências consumidas e geradas devem ser continuamente monitoradas.

Um sistema inteligente de rejeição de cargas deve, portanto, apresentar os seguintes recursos:

- Corrigir automaticamente seus cálculos de acordo com a configuração do sistema e condições de operação conforme a entrada ou saída de cargas
- Tomar decisões rápidas e precisas utilizando o estado atual das cargas em cada circuito
- Rejeitar uma quantidade mínima de carga para manter a estabilidade e freqüência nominal
- Possuir uma tabela dinâmica de rejeição de cargas que é atualizada conforme as mudanças de configuração do sistema

Comparativamente, o esquema inteligente realiza um processo semelhante ao esquema dinâmico, com exceção de que a potência de referência é agora a potência produzida na rede. O objetivo final é rejeitar o mínimo de carga, tão rápido quanto possível, levando-se em consideração as prioridades das cargas individuais.

A inteligência deste esquema é ainda associada à possibilidade de livre alocação de uma prioridade a qualquer momento. Esta prioridade pode ainda ser associada a cada uma das cargas, e não apenas aos alimentadores como ocorre no esquema estático, baseado em relés de frequência.

A grande vantagem desta lógica é que a quantidade de carga mais próxima da realmente necessária será desligada, obedecendo a prioridades que podem ser definidas pelo usuário, garantindo uma melhor estabilidade do sistema associada ao cumprimento de requisitos de operação do sistema.

Para isso devem ser aplicados critérios que possam definir o melhor algoritmo para descartes, através de estudos que envolvem a relação entre os três principais componentes: prioridade de cargas; menor número de cargas a descartar; valor real descartado mais próximo possível ao valor calculado para estabilizar a ocorrência de perda de fonte sem que ocorra uma sobrefrequência por um descarte excessivo de cargas.

Diante destas definições surgiram alguns algoritmos clássicos para realizar o descarte das cargas:

- a) Descarte Linear: os disjuntores das cargas habilitadas para descarte são abertos seguindo unicamente a tabela de prioridades, podendo causar um descarte muito excessivo em relação ao valor calculado se a última carga descartada tiver um valor muito acima do valor de descarte remanescente.
- b) Descarte por Equalização Dinâmica: diferentemente do descarte linear, quando se aplica esse algoritmo, a lista de prioridades é seguida. Porém se uma carga tem um valor superior ao valor de descarte remanescente, acima de um percentual pré-estabelecido, essa carga deixará de ser descartada e o sistema irá verificando a próxima prioridade até que ocorra uma situação onde o valor da carga esteja mais próximo ou menor que o valor de descarte remanescente; em muitos casos se utiliza uma combinação dos algoritmos de descarte linear para cargas de pequeno valor e equalização dinâmica para cargas com valor mais elevado.
- c) Descarte por Combinação Inter-Grupos: neste tipo de algoritmo as cargas são combinadas por ordem de prioridade em N grupos de X elementos (N e X) são definidos conforme a importância da prioridade; sendo N definido inversamente à importância da prioridade e X definido como sendo o número total de cargas dividido pelo N [número de Grupos]; Nesse algoritmo, o sistema verifica se o valor de descarte remanescente é maior que a somatória das cargas do grupo; caso seja o grupo todo é selecionada para descarte e caso contrário o sistema fará uma combinação entre os elementos do grupo de modo ao valor efetivamente descartado seja igual ou imediatamente superior ao valor do descarte calculado.

## **6. Norma IEC61850**

A introdução da Norma IEC61850 no setor elétrico tem possibilitado o desenvolvimento de novos conceitos e filosofias de aplicação no ambiente de sistemas de automação de subestações.

O desenvolvimento da Norma IEC61850 surgiu basicamente da dificuldade encontrada nos processos de integração de informações durante as diferentes etapas de concepção na automação de subestações, principalmente quando distintos objetos, frequentemente de diferentes fornecedores, devem ser integrados.

A norma surge então como um requisito de mercado, e é baseada em fortes argumentos de funcionalidades comprovadas e de evolução da tecnologia, especificações de clientes e de métodos de engenharia disponibilizados pelos fabricantes.

Para isso, a Norma IEC61850 é estruturada em diversas partes, cada uma tratando de um tópico específico e que permite uma abordagem praticamente completa no que se refere aos sistemas de automação de subestações. Assim, os principais subsídios para estes sistemas são analisados, cobrindo desta forma os aspectos de abordagem de comunicação, de modelo e de engenharia.

Como parte integrante da configuração de uma automação de subestações é prevista pela Norma IEC61850 a comunicação horizontal. Neste tipo de comunicação é possível que os IEDs troquem

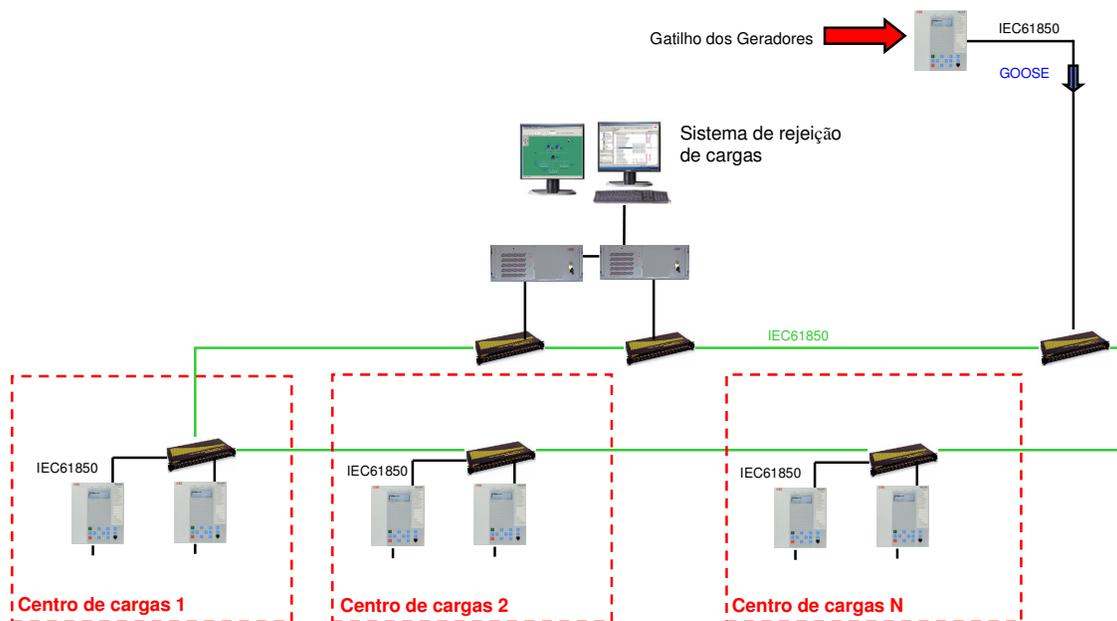
informações entre si, garantindo a funcionalidade específica de cada um, que pode depender de informações provenientes de outros IEDs. Assim, é possível realizar esquemas mais inteligentes para garantir a operacionalidade de determinadas lógicas de proteção e controle. Neste contexto, a comunicação horizontal prevista na norma é realizada através das denominadas mensagens GOOSE.

## 7. Sistema para rejeição de cargas

Baseando-se nos conceitos apresentados de esquemas dinâmicos e inteligentes para rejeição de cargas, e nos preceitos alinhados ao desenvolvimento da Norma IEC61850 é possível a concepção de um Sistema de Rejeição de Cargas que tem como função manter o consumo de uma planta elétrica dentro dos limites de geração disponível. Este sistema de rejeição pode ser concebido através de plataforma digital baseada em software supervisorio que apresenta interface com dispositivos eletrônicos inteligentes distribuídos ao longo do processo.

Este sistema adquire o estado da planta elétrica, tais como a posição de disjuntores e seccionadoras e as potências fornecidas e consumidas. A partir destas informações o sistema calcula o consumo das cargas do sistema no momento e determina as cargas a serem descartadas no caso de perda de cada uma das fontes do sistema para manter o equilíbrio fonte-consumo. Esta previsão de descarte é transferida para os IEDs, que, no caso de uma ocorrência (perda de uma ou mais fontes de energia), promove o desligamento das cargas pré-definidas pelo próprio sistema digital, de acordo com a ordem de prioridades. A Figura 5 ilustra uma arquitetura simplificada de um sistema para rejeição de cargas.

**Figura 5: Arquitetura de um sistema para rejeição de cargas**



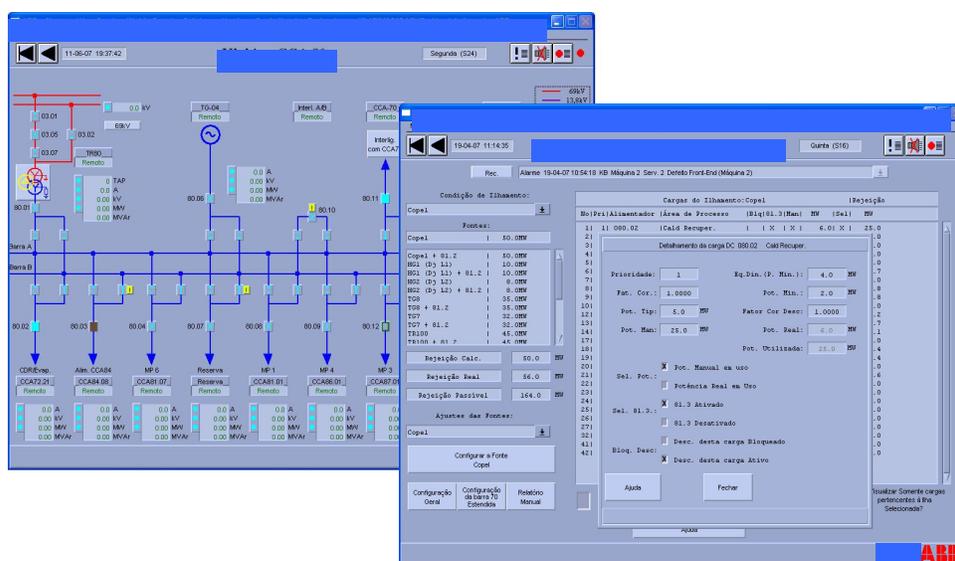
Nesta arquitetura os IEDs distribuídos ao longo da planta elétrica promovem a leitura de grandezas elétricas: correntes, tensões e potências para cada carga, e reportam estas medições ao servidor do sistema de rejeição de cargas, que então executa os algoritmos associados. Adicionalmente, através de entradas digitais os IEDs fornecem ao mesmo sistema os estados dos equipamentos de manobra: por exemplo disjuntores.

Havendo perda de uma unidade de geração é disparado um gatilho, que poderá circular até os IEDs relativos às cargas por configuração de mensagens do tipo GOOSE. Estes gatilhos, ao chegarem aos IEDs das cargas, e em conjunto com as lógicas já recebidas através das tabelas dinâmicas, irão

promover os desligamentos necessários para que seja mantido o equilíbrio entre fonte e consumo. A atuação do Sistema através de gatilho normalmente acionado por abertura de disjuntor em contrapartida a tradicional atuação por subfrequência traz um grande ganho de eficiência ao sistema, uma vez que a atuação por subfrequência só ocorrerá após os geradores remanescentes perderem parte da inércia nominal, em muitos casos comprometendo a estabilidade ou na maior parte dos casos necessitando de um descarte adicional para que retorne a rotação nominal e por sua vez normalize a frequência. A atuação praticamente instantânea com o gatilho na abertura do disjuntor da fonte promove uma equalização entre fontes remanescentes e cargas num tempo extremamente curto, tornando o descarte muito mais eficiente, mesmo cortando um número menor de cargas.

Como forma de melhorar a interface entre operador e o próprio sistema, o mesmo possui interface gráfica específica que permite acesso a todas as informações relevantes, como por exemplo, o ajuste da prioridade de cada carga, conforme ilustra a Figura 6 a seguir.

**Figura 6: Interface gráfica de um sistema de rejeição de cargas**



A cada ciclo de processamento, o sistema digital verifica quais fontes e cargas estão conectadas ao sistema elétrico e determina, para cada ilha prevista, quais cargas deverão ser desligadas no caso de perda das fontes de energia presentes. Neste cálculo de potência a descartar pode ser considerada uma equalização dinâmica das cargas, de forma que a carga só será selecionada para descarte se a potência da carga for menor ou igual à carga a ser descartada ou se 70% de sua potência consumida for menor que a potência ainda a ser descartada. Isto evitará que uma carga de maior potência seja descartada desnecessariamente.

O sistema digital, através da rede de comunicação em fibra ótica com todos os IEDs, irá coletar os valores de potência consumida por cada carga, saída de transformadores e saída de geradores, sendo esses valores armazenados nas tabelas analógicas. A eficácia deste sistema para aplicação em descarte de cargas reside no fato do mesmo utilizar os recursos da comunicação vertical e horizontal. A comunicação vertical descreve a comunicação entre o sistema digital e os IEDs. Esta comunicação inclui monitoração do processo de dados movido a eventos, comandos e parametrização e utiliza o recurso de mensagens explícitas. Por outro lado a comunicação horizontal descreve a comunicação entre os IEDs. Este tipo de comunicação é utilizado para, por exemplo, realizar a transferência de dados de intertravamentos ou de tráfego dos gatilhos de perda de unidades de geração.

O Sistema de Rejeição de Cargas visa garantir a confiabilidade de toda a instalação elétrica, mantendo cargas importantes energizadas, mesmo em condições de indisponibilidade de uma das fontes de alimentação. Obtém-se esta funcionalidade, através da classificação de todas as cargas atribuindo a cada uma delas uma prioridade em função de cada gerador/concessionária que determinará a ordem de desligamento no caso de uma ocorrência, garantindo a alimentação de cargas críticas para o sistema elétrico.

## **8. Conclusões**

Este artigo apresentou os denominados Esquemas de Rejeição de Cargas, tanto em solução tradicional como as mais recentemente utilizadas. Foram destacadas as vantagens dos sistemas de rejeição dinâmica de cargas, e o conceito de sistema inteligente e distribuído foi apresentado.

O artigo destacou então o uso dos recursos da Norma IEC61850 para o desenvolvimento de um sistema de rejeição de cargas baseado em plataforma digital e em dispositivos eletrônicos inteligentes, apresentando uma arquitetura representativa para tal sistema e exemplos de interfaces gráficas.

Os recursos e funcionalidades executadas por um sistema de rejeição de cargas deste tipo são então abordados no final do artigo, com destaque para a aplicação da rede IEC61850 no arranjo do sistema.

## **9. Referências bibliográficas**

- [1] C.Cadostch, R.Dirrig, “Intelligent Load Shedding for Distribution and Industrial Networks”, Cigré Regional Meeting – Asia and Middle East, September, 1997.
- [2] L.Fabiano, M.Pereira, “Uma abordagem prática do IEC61850 para automação, proteção e controle de subestações”, VII SIMPASE, Salvador, 2007.
- [3] K.P.Brand, et al, “Substation Automation Handbook”, ABB Power T&D Company Inc., 1994.
- [4] W.A.Elmore, “Protective Relaying Theory and Applications”, ABB Power T&D Company Inc., 1994.