

## **SISTEMAS ESPECIAIS DE PROTEÇÃO ERAC**

---

O submódulo 11.4 dos Procedimentos de Rede do ONS estabelece as diretrizes básicas para a definição de projetos básicos de Sistemas Especiais de Proteção – SEP.

Os SEP são sistemas automáticos de controle e proteção implantados nas estações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica que:

- Permitem a utilização adequada dos sistemas de geração, transmissão e distribuição;
- Proporcionam maior confiabilidade à operação do Sistema Interligado Nacional – SIN;
- Evitam que perturbações possam levar o sistema a perda de estabilidade ou a colapso de tensão;
- Aumentam a segurança elétrica operacional do SIN, diminuindo a possibilidade de ocorrência de perturbações de grande porte ou restringindo a área de abrangência dessas perturbações.

O Esquema Regional de Alívio de Carga – ERAC é um SEP específico de corte de carga por subfrequência e/ou taxa de variação de frequência.

O ERAC é um dos mais importantes Sistemas Especiais de Proteção – SEP, tendo evitado com a sua correta atuação, conforme diagnosticado pelas análises de perturbações, diversos blecautes no SIN ao longo dos anos. Isto tem sido possível graças à perfeita adequação do ERAC no que se refere à disponibilização de carga para corte em estágios dentro de valores recomendados por estudos.

Os relés digitais possuem recursos que permitem a criação de ERAC utilizando-se tanto níveis de subfrequência, e/ou taxa de variação de frequência.

As lógicas foram desenvolvidas considerando-se a utilização de 2 estágios do ERAC (1º e 2º estágios) em um mesmo relé. Porém modificações podem ser feitas para a utilização de apenas um estágio. Para a configuração do relé para os estágios 3, 4 e 5 serão necessárias mudanças nos valores ajustados, porém sem necessidade de alteração das lógicas.

As lógicas de implementação indicadas neste documento são somente uma sugestão, podendo ser alteradas. Estas lógicas deverão ser testadas para validação antes da implementação definitiva.



## 1. RELÉS SEL-351, SEL-311C, SEL-311L, SEL-387E e SEL-300G:

As lógicas a seguir indicam a maneira de se implementar o esquema ERAC para relés da família SEL-3xx. As lógicas e os ajustes foram elaborados para aplicação nos relés SEL-351, SEL-311C, SEL-311L, SEL-387E e SEL-300G.

A janela de medição para a função  $df/dt$  terá como frequência de partida a atuação do nível de subfrequência 81D1 e como frequência de corte a atuação do nível de subfrequência 81D2.

Uma variável lógica SEL (SVn) será acionado quando a frequência atingir o nível de subfrequência 81D1, caso a frequência chegue ao nível de subfrequência 81D2 em um tempo menor que o ajustado no temporizador da variável lógica (SvnPU), ocorrerá o disparo destes estágio por uma taxa de variação de frequência maior que a ajustada.

O ajuste 27B81P irá bloquear as unidades de frequência para valores de subtensão.

Neste exemplo serão utilizados e ajustados nos relés os seguintes parâmetros:

### **Ajuste para os elementos de frequência:**

- 81D1P – ajuste da frequência de partida da janela de medição.
- 81D2P – ajuste da frequência de corte da janela de medição.
- 81D3P – ajuste da frequência absoluta de retaguarda temporizado 1º estágio.
- 81D4P – ajuste da frequência absoluta de retaguarda instantâneo 1º estágio.
- 81D5P – ajuste da frequência absoluta de retaguarda temporizado 2º estágio.
- 81D6P – ajuste da frequência absoluta de retaguarda instantâneo 2º estágio.
- 27B81P - bloqueio das unidades de frequência por subtensão.

### **Ajuste para os temporizadores:**

- 81D3D – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 1º estágio.
- 81D4D – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 1º estágio.
- 81D5D – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 2º estágio.
- 81D6D – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 2º estágio.
- SV1PU - ajuste do tempo de atuação do 1º estágio.
- SV2PU - ajuste do tempo de atuação do 2º estágio.

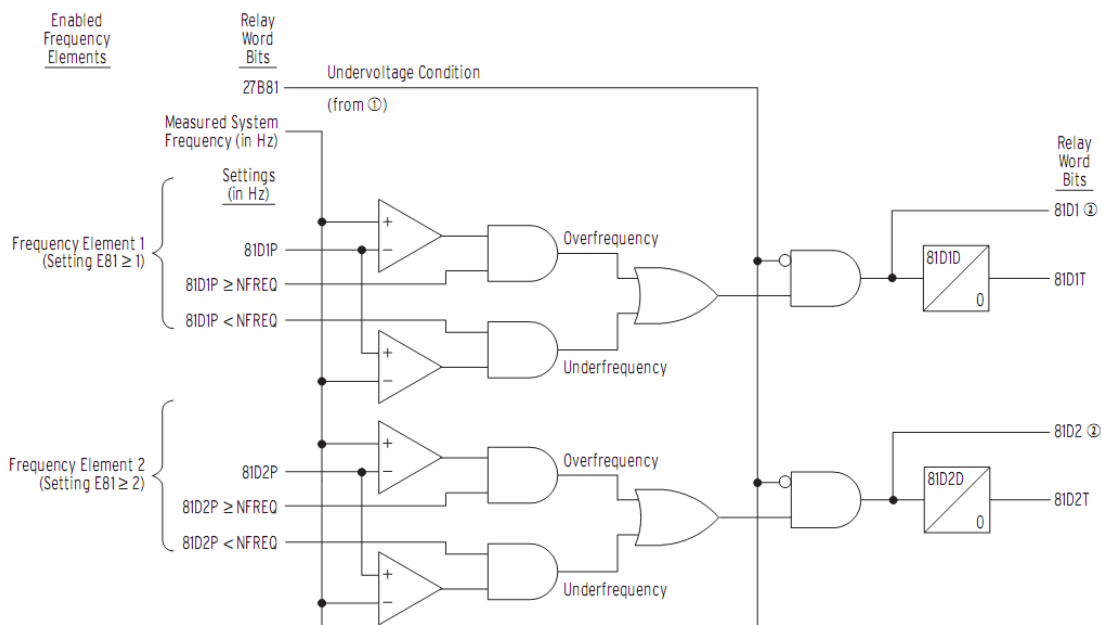


Fig. 01 – Elementos de Freqüência

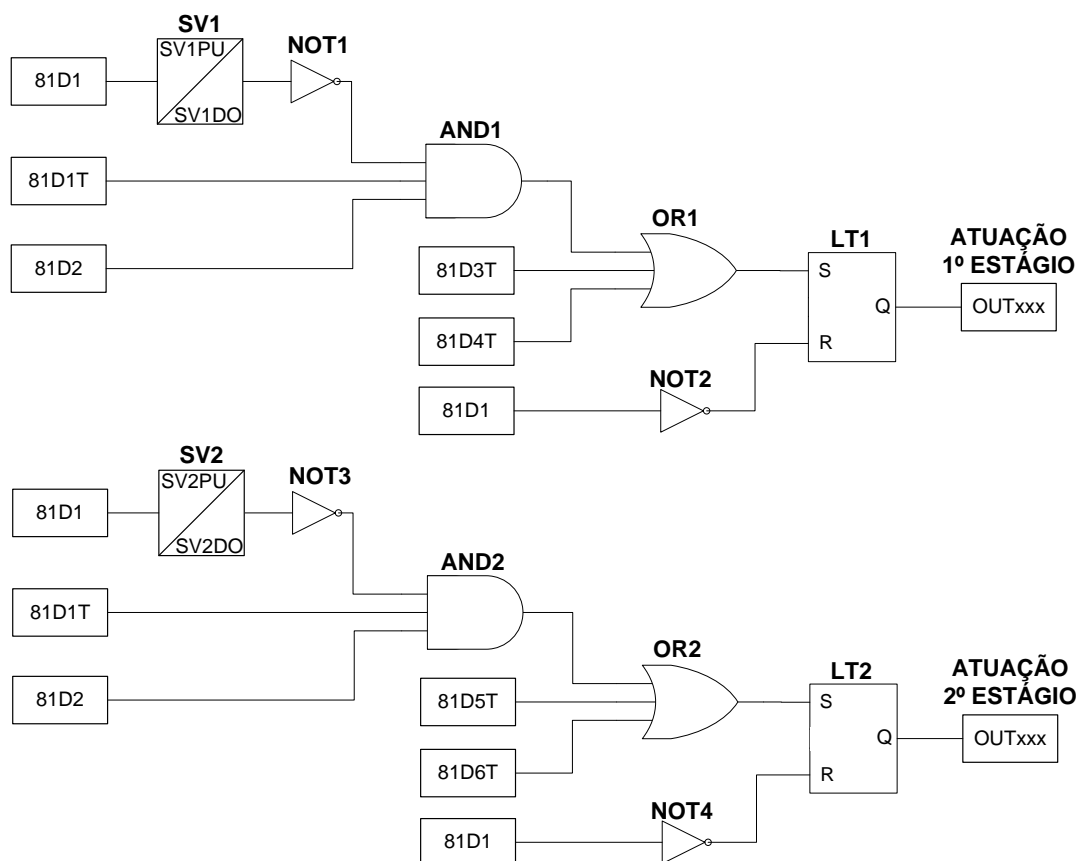


Fig. 02 – Lógica ERAC para 02 estágios – relé SEL-3xx

## 2. RELÉ SEL-751A:

Para implementação do ERAC com o relé SEL-751A, elementos que calculam a variação de frequência no tempo ( $df/dt$ ) podem ser utilizados para a definição da atuação dos estágios.

Esse relé possui 04 elementos  $df/dt$  ajustados separadamente dos 06 elementos de frequência, permitindo a criação de uma função para acionamento dos estágios que considere tanto variação de frequência como subfrequência.

Neste exemplo serão utilizados e ajustados no relé os seguintes parâmetros:

### Ajustes para elementos de variação de frequência:

- 81RVSUP – habilita os elementos  $df/dt$  para um nível de tensão de sequência positiva superior ao ajustado
- 81R1TP – ajuste da janela de tempo ( $dt$ ) para 1º estágio.
- 81D1TRND – ajuste para definição da atuação por incremento no valor da variação da frequência (INC) ou por decremento (DEC) para 1º estágio.
- 81R2TP – ajuste da janela de tempo ( $dt$ ) para 2º estágio.
- 81D2TRND – ajuste para definição da atuação por incremento no valor da variação da frequência (INC) ou por decremento (DEC) para 2º estágio.

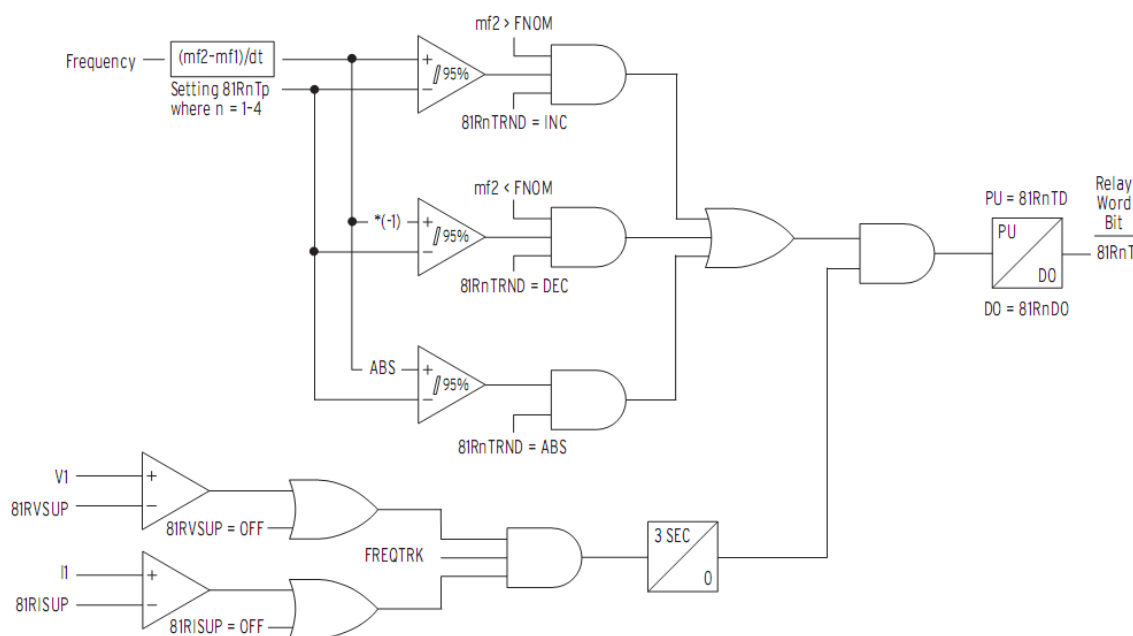


Fig. 03 – Lógica para elementos  $df/dt$

### Ajustes para elementos de frequência:

- 81D1TP – ajuste da frequência absoluta para reset automático do ERAC
- 81D2TP – ajuste da frequência absoluta de retaguarda temporizado 1º estágio.
- 81D3TP – ajuste da frequência absoluta de retaguarda instantâneo 1º estágio.

- 81D4TP – ajuste da frequência absoluta de retaguarda temporizado 2º estágio.
- 81D5TP – ajuste da frequência absoluta de retaguarda instantâneo 2º estágio.

**Ajustes para os temporizadores:**

- 81D1TD – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta para reset automático do ERAC.
- 81D2TD – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 1º estágio.
- 81D3TD – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 1º estágio.
- 81D4TD – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 2º estágio.
- 81D5TD – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 2º estágio.

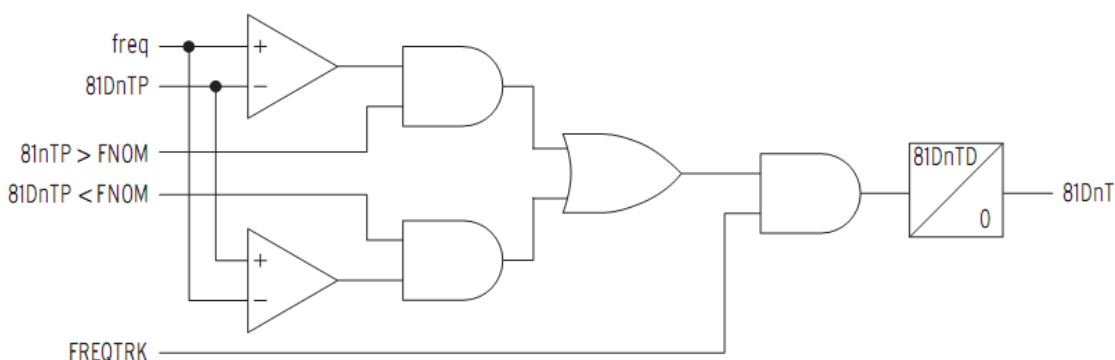


Fig. 04 – Lógica para elementos de frequência

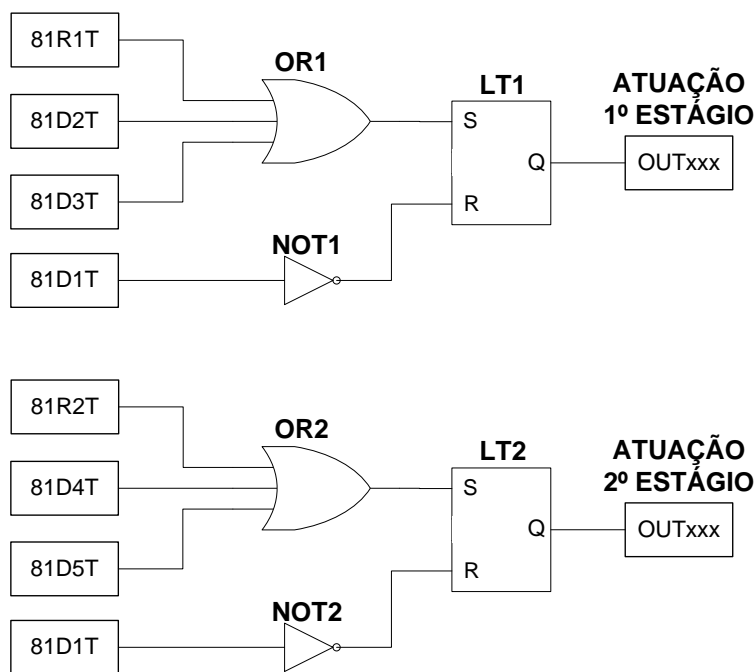


Fig. 05 – Lógica ERAC para 02 estágios – relé SEL-751A

Através da utilização das funções lógicas de data e hora disponíveis nos relés SEL-751A, torna-se possível a criação de atuação por estágios levando em consideração os períodos de cargas e os dias da semana.

Para exemplo, utilizando-se a variável MINSM (minutes since midnight), que retorna a quantidade de minutos do dia desde as 00:00h, defini-se os períodos de carga em uma variável lógica SEL (SVn) e direcionar a atuação do 1º estágio do ERAC para saída digital ou alarme correspondente.

Definição dos períodos de carga:

- 03:00h às 15:00h – carga leve
- 15:00h às 19:00h – carga média
- 19:00h às 03:00h – carga pesada

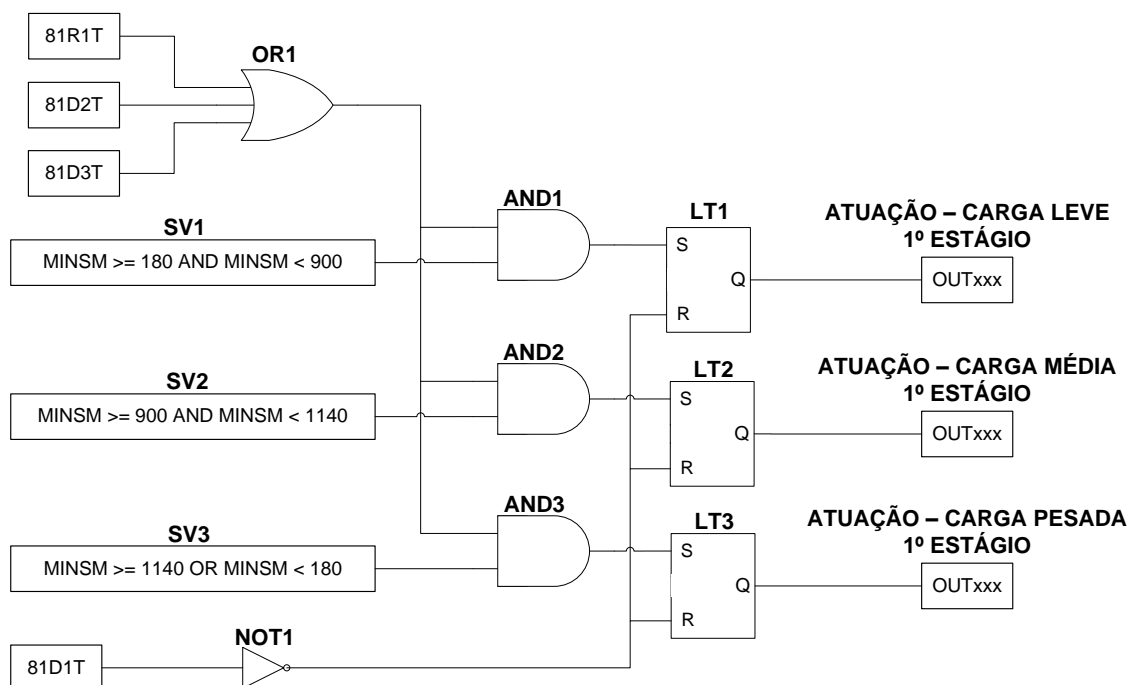


Fig. 06 – Lógica ERAC para 01estágio por períodos de carga

Para a implementação de um esquema que utilize dias da semana, utiliza-se a variável DAYW (day of week), que retorna o dia da semana correspondente, sendo 1 utilizado para domingo seguindo até o numero 7 para a representação do sábado.

A lógica demonstrada abaixo exemplifica a criação de um ERAC baseado nos períodos de carga e nos dias da semana.

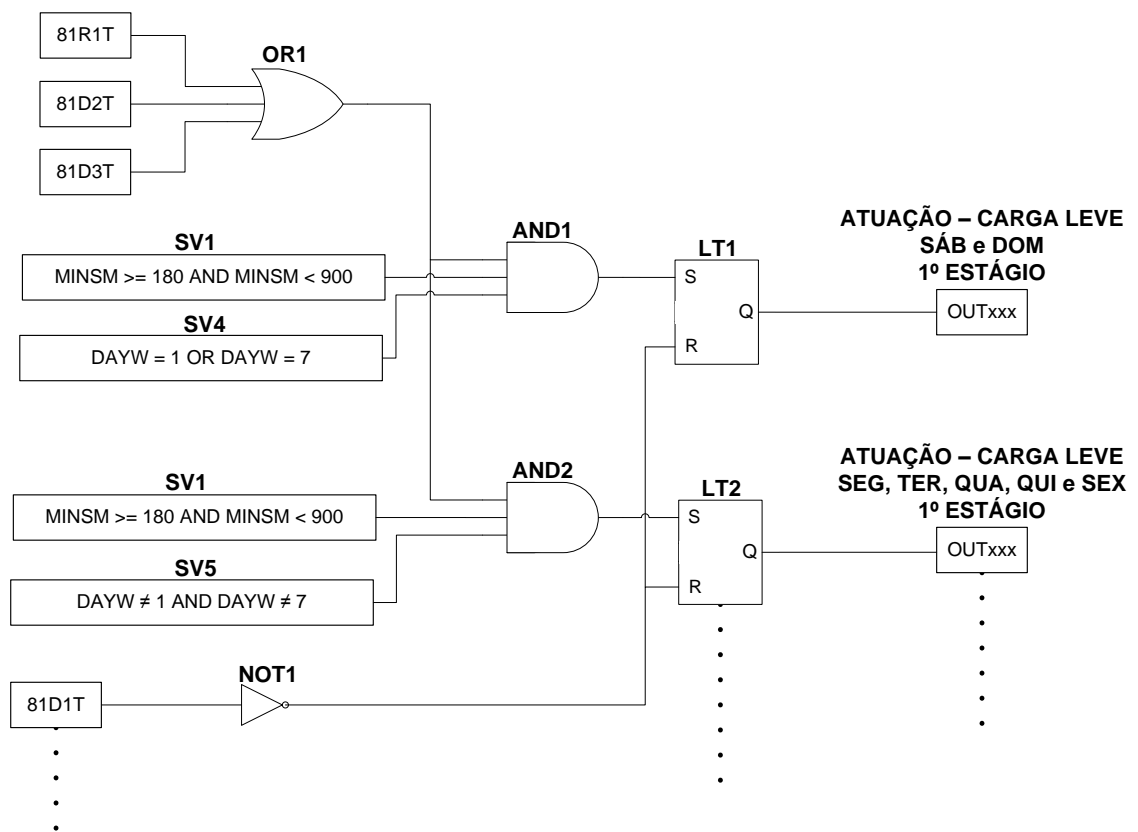


Fig. 07 – Lógica ERAC para 01 estágio por períodos de carga e dias da semana

### 3. RELÉS SEL-421 e SEL-451:

Para implementação do ERAC com utilizando-se os relés SEL-421 e SEL-451, deve-se utilizar as variáveis disponíveis: DFDT e FREQ para criação de esquemas de acionamento dos estágios que considere tanto variação de frequência como subfrequência.

Esses relés possuem duas regiões para programação de lógicas (SELogic), sendo elas: região de proteção e região de automação. As lógicas exemplificadas nesse documento foram desenvolvidas na região de proteção que possui 64 relés auxiliares, 48 temporizadores, 32 biestáveis, 32 contadores, 64 equações matemáticas.

Neste exemplo serão utilizados e ajustados no relé os seguintes parâmetros:

#### **Ajuste para as variáveis lógicas de proteção SEL (PSVnn):**

- PSV01 – variável lógica para ajuste do nível (dfdt\_1est) do elemento df/dt do 1º estágio.
- PSV02 - variável lógica para ajuste da frequência absoluta para reset automático do ERAC (F\_reset)
- PSV03 - variável lógica para ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizada 1º estágio (Ftemp\_1est)
- PSV04 - variável lógica para ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantânea 1º estágio (Finst\_1est)
- PSV05 – variável lógica para ajuste do nível (dfdt\_2est) do elemento df/dt do 2º estágio.
- PSV06 - variável lógica para ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizada 2º estágio (Ftemp\_2est)
- PSV07 - variável lógica para ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantânea 2º estágio (Finst\_2est)

#### **Ajuste para os temporizadores (PCTnn):**

- PCT01PU – ajuste da janela de tempo (dt) para 1º estágio.
- PCT02PU – ajuste de tempo de reset do ERAC.
- PCT03PU – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 1º estágio.
- PCT04PU – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 1º estágio.
- PCT05PU – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda temporizado 2º estágio.
- PCT06PU – ajuste de tempo de atuação frequência absoluta de retaguarda instantâneo 2º estágio.

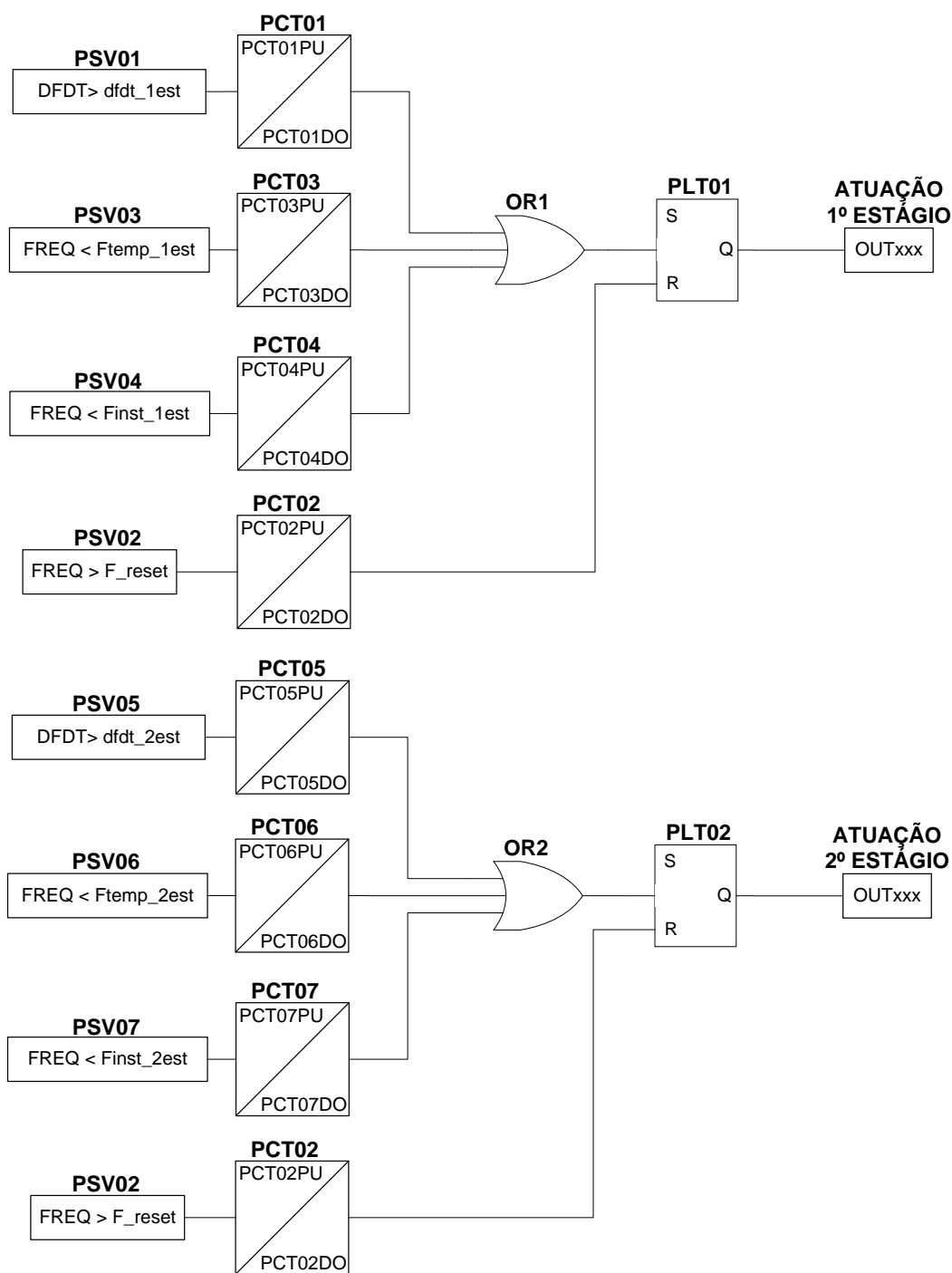


Fig.

08 – Lógica ERAC para 02 estágios – relé SEL-421 e SEL-451

Através da utilização das funções lógicas de data e hora disponíveis nos relés SEL-421 e SEL-451 torna-se possível a criação de atuação por estágios levando em consideração os períodos de cargas e os dias da semana.

Para exemplo, utilizando-se a variável THR (time hour), que retorna a quantidade de horas do dia, defini-se os períodos de carga em uma variável lógica SEL (PSVnn) e

direcionar a atuação do 1º estágio do ERAC para saída digital ou alarme correspondente.

Definição dos períodos de carga:

- 03:00h às 15:00h – carga leve
- 15:00h às 19:00h – carga média
- 19:00h às 03:00h – carga pesada

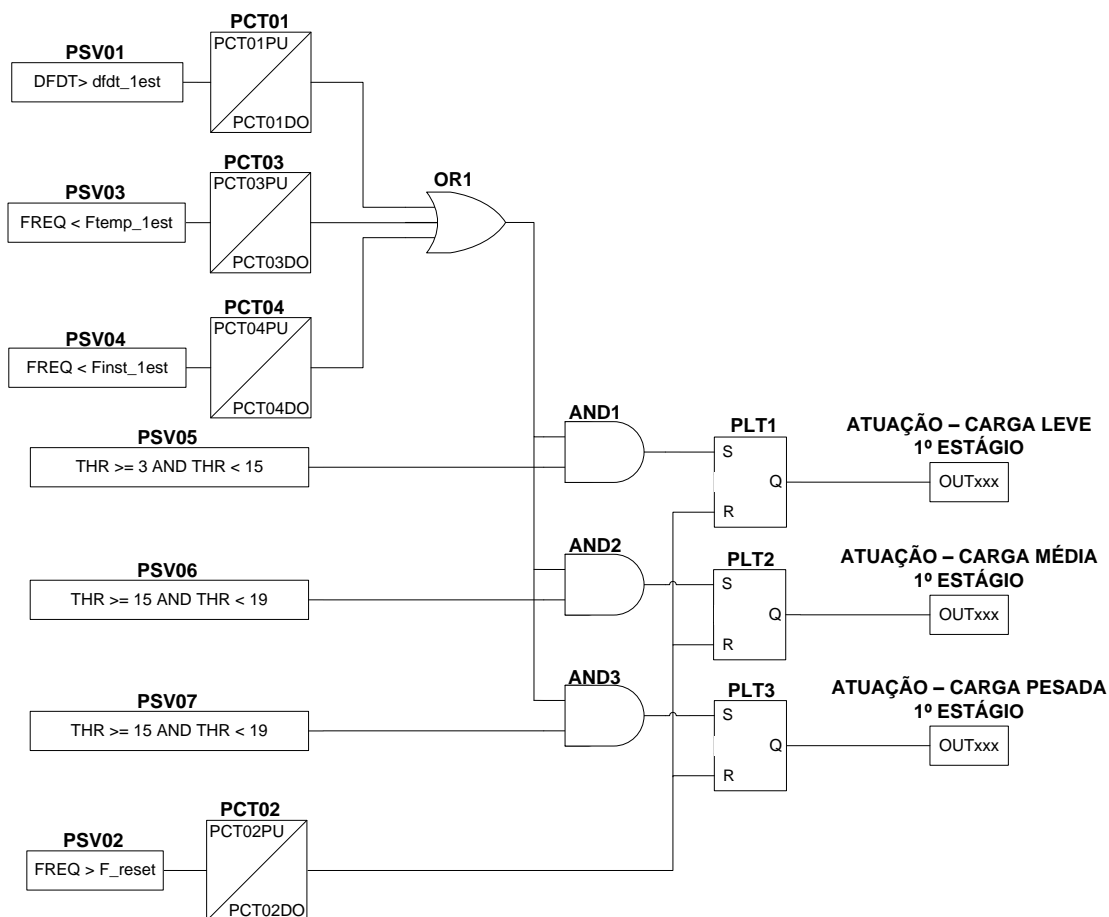


Fig.

09 – Lógica ERAC para 01 estágio por períodos de carga

Para a implementação de um esquema que utilize dias da semana, utiliza-se a variável DDOW (day of the week), que retorna o dia da semana correspondente, sendo 1 utilizado para domingo seguindo até o número 7 para a representação do sábado.

A lógica demonstrada abaixo exemplifica a criação de um ERAC baseado nos períodos de carga e nos dias da semana.

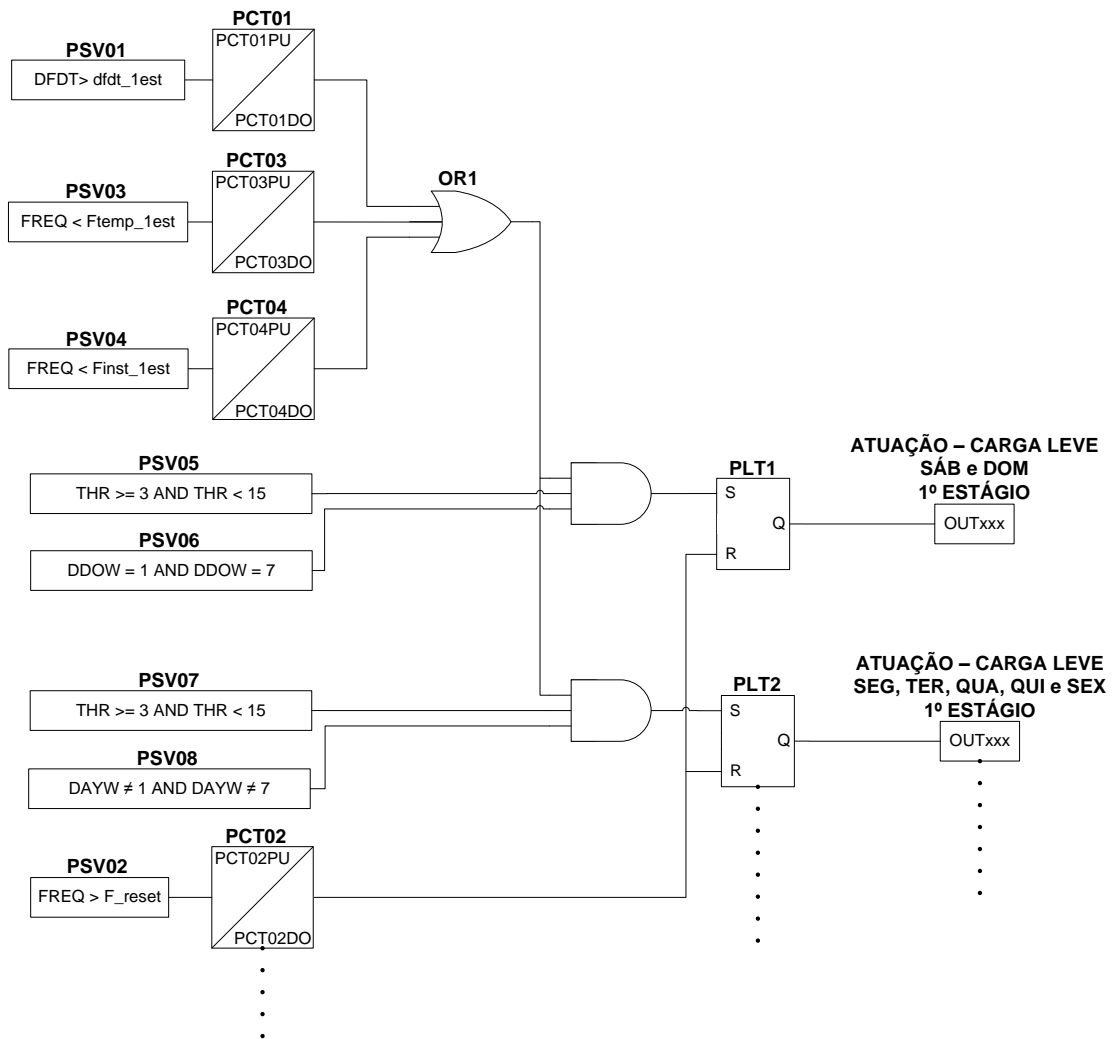


Fig. 10 – Lógica ERAC para 01 estágio por períodos de carga e dias da semana