



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2021 000609 9

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 2

Nome ou Razão Social: INSTITUTO GNARUS

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Pessoa Jurídica

Endereço:

Cidade: Itajuba

Estado: MG

CEP:

País: Brasil

Telefone:

Fax:

Email:

Nome ou Razão Social: CENTRAL ENERGÉTICA PALMEIRAS S.A.

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Pessoa Jurídica

Endereço:

Cidade: Palmeiras de Goiás

Estado: GO

CEP:

Pafs: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email:

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA.

Resumo: De acordo com a presente invenção, pertencente à área de geração termelétrica, refere-se a um sistema de controle para gerenciar e otimizar a partida, o regime de operação e o desligamento das Unidades Geradoras - UGs de uma planta de geração termelétrica a partir do processamento inteligente das informações dos históricos de operação e de atuação dos operadores e das grandezas monitoradas. Composto pelo módulo de Estratégia de Controle (27) com a Tabela de Pesos (105) das variáveis significativas, pelo módulo da Metodologia AHP (26) que através do uso do Processo de Análise Hierárquica – AHP faz o ranqueamento das UGs (8), considerando os pesos das variáveis significativas, as variáveis monitoradas e os históricos operacionais e de atuação do Operador (12) junto às UGs (8) contidos no Banco de Dados (4) do Supervisório (2) e pelas variáveis complementares contidas no CLP-IHMs (7) e CLP-Concentrador; e o módulo de Visualizações do SIC-UTE (28) que mostra as telas sinóticas com as Informações de Desempenho (99), a Tabela de Ranqueamento das UGs para Partidas (121) e o Gráfico de Ranqueamento das UGs (113), dentre outras.

Figura a publicar: 1

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 4

Nome: FREDERICO DE OLIVEIRA ASSUNÇÃO

CPF:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física:

Endereço:

Cidade: Itajubá

Estado: MG

CEP:

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email:

Inventor 2 de 4

Nome: ERIK LEANDRO BONALDI

CPF:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física:

Endereço:

Cidade: Itajubá

Estado: MG

CEP:

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email:

Inventor 3 de 4

Nome: LEVY ELY DE LACERDA DE OLIVEIRA

CPF:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física:

Endereço:

Cidade: Itajubá

Estado: MG

CEP:

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email:

Inventor 4 de 4

Nome: GERMANO LAMBERT TORRES

CPF:

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física:

Endereço:

Cidade: Itajubá

Estado: MG

CEP:

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email:

Documentos anexados

Tipo Anexo	Nome
Comprovante de pagamento de GRU 200	Comprovante de pagamento de GRU patente de invenção.pdf
Contrato Social	Inscrição e de Situação Cadastral _Instituto GNARUS.pdf
Contrato Social	5ª Alteração Estatutária_GNARUS.pdf
Contrato Social	17ª Assembleia Geral_GNARUS.pdf
Contrato Social	Inscrição e de Situação Cadastral _Central Energetica Palmeiras.pdf
Contrato Social	Estatuto Social_Central Energetica Palmeiras.pdf
Contrato Social	Assembleia Geral Extraordinaria_Central Energetica Palmeiras.pdf
Documento de Cessão	Documento de Cessão - Erik Leandro Bonaldi.pdf
Documento de Cessão	Documento de Cessão - Frederico de Oliveira Assunção.pdf
Documento de Cessão	Documento de Cessão - Germano Lambert Torres.pdf
Documento de Cessão	Documento de Cessão - Levy Ely de Lacerda de Oliveira.pdf
Relatório Descritivo	Relatorio descritivo.pdf
Desenho	Desenhos.pdf
Reivindicação	Reivindicações.pdf
Resumo	Resumo.pdf
GRU pedido de depósito	GRU de Pedido Deposito de Patente de Invenção.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

“MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA” denominado SIC-UTE.

Campo da Invenção.

[001] A presente patente de invenção, pertencente à área de geração termelétrica, refere-se a um método e um sistema de controle para gerenciar e otimizar a partida, o regime de operação e o desligamento das Unidades Geradoras - UGs de uma planta de geração termelétrica a partir do processamento inteligente das informações dos históricos de operação e de atuação dos operadores e das grandezas monitoradas.

[002] O método de operação proposto busca a síntese de sistemas ótimos para uso na geração termelétrica, opera como um módulo complementar ao sistema supervisorio em uso na sala de controle da UTE – Usina Termelétrica de forma automática ou semiautomática. O termo semiautomático se refere a um *modus operandi* que, mesmo possuindo todas as informações para a correta tomada de decisão, não o faz diretamente e sim, sugere ao operador quais seriam as ações a serem tomadas, a cada momento, para que uma correta e produtiva atuação possa ser implementada, garantindo que as máquinas venham a entrar em funcionamento corretamente e com a máxima eficiência.

Campo da Aplicação.

[003] Os sistemas de geração e transmissão de energia elétrica, quando interligados normalmente, são coordenados e controlados por um órgão centralizado de forma a garantir sua segurança operacional e energética aos consumidores. No Brasil

o Sistema Interligado Nacional – SIN é operado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS que em seu planejamento determina quanto que uma dada usina deverá gerar de eletricidade por um dado período de tempo, em função de sua capacidade e das necessidades demandadas pelas cargas.

[004] A planta de uma usina termelétrica normalmente possui dezenas de conjuntos motogeradores que totalizam uma dada energia nominal e, em função desta, possui contrato de fornecimento ao SIN de um dado montante de energia a ser fornecido, normalmente em torno de 70% de sua capacidade nominal. Quando o montante de energia a ser fornecido não é cumprido, a UTE sofre penalidades, prejudicando seu faturamento. Alguns conjuntos motogeradores, às vezes, ficam indisponíveis por estarem em manutenção; outros, devido a problemas técnicos, saem de operação durante suas partidas ou durante os regimes operacionais.

[005] Para operar essas plantas existe a necessidade do gerenciamento das informações referentes ao processo como um todo e de cada conjunto motogerador em particular. Neste contexto é que são utilizados os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, ou abreviadamente SCADA (do inglês “Supervisory Control and Data Acquisition”) que possuem um software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de controle conectados às máquinas através de acionadores e/ou controladores. O uso do SCADA nas UTEs garante maior nível de automação, aumentando a eficiência da planta, maximizando a produção com o menor consumo de

combustível e melhorando as condições de segurança material, humana e das informações referentes ao processo, além de reduzir as interferências humanas sobre o processo e as máquinas.

Descrição do Estado da Técnica.

[006] Com a evolução da eletrônica, os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados começaram a ser utilizados em grandes sistemas de Energia no começo da década de 80 do século passado, uma vez que o custo exorbitante dos mesmos os inviabilizava em sistemas de menor porte. Nesta época, os minicomputadores eram providos de pouco poder computacional e reduzida capacidade de memória.

[007] Com o surgimento do PC e conseqüente redução de custos em função do aumento do volume de produção, foram lançados os primeiros softwares conhecidos como SCADA ou Supervisórios, com inúmeras plataformas diferentes. Mais tarde com o surgimento do Windows NT da empresa Microsoft™ as plataformas migraram para o sistema Windows. Com a evolução tecnológica e da informática esses sistemas ampliaram seus recursos de desempenho, capacidade de processamento, conectividade passando a trabalhar em redes, facilidade de uso pelas interfaces amigáveis e maiores recursos visuais, integração com outros sistemas e uso da WEB no monitoramento remoto.

[008] Os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados usados nas plantas geradoras termelétricas normalmente são fornecidos pelas empresas fornecedoras das máquinas, desenvolvidos por elas mesmas ou por empresas especializadas em softwares de automação.

[009] Nas telas sinóticas dos SCADAs usados nas UTEs normalmente são mostradas a topologia geral da planta com seus principais elementos constituintes, diagramas unifilares elétricos, os grupos geradores em blocos com suas principais variáveis, a topologia de cada unidade de geração com suas configurações, variáveis críticas medidas, limites operacionais e status (ligado, desligado e indisponível) e a topologia da central de abastecimento de combustível aos grupos e blocos geradores.

[010] Nos sistemas atualmente em uso existem inúmeras rotinas de tratamento de alarmes que levam a mudanças nos status de operação das máquinas e são mostrados na tela de controle geral das unidades. Essa característica é acompanhada sistematicamente pelo operador, que precisa verificar a ocorrência de cada alarme e em seguida fazer redefinições ou acionar a manutenção para os desvios sinalizados. Como as atuações sobre os dispositivos de controle das máquinas são completamente dependentes do operador, as funções de reconhecimentos dos alarmes, atuação junto deles e para solicitação da manutenção são manuais e, dado o número de máquinas existentes na planta, a tarefa é exaustiva e sujeitas a erro humano.

[011] Visando à melhoria e confiabilidade dos procedimentos a serem adotados pelos operadores dos Supervisórios, e com o advento das técnicas de Inteligência Artificial – IA, recentemente foram disponibilizadas plataformas de simulação virtuais, com base nas informações contidas nos

bancos de dados dos Supervisórios, para promover treinamentos buscando a melhoria da atuação dos operadores.

[012] Em pesquisa no banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI foi encontrado um processo no campo técnico desta patente: a patente BR102013026789-9 que aborda um Supervisório para controle remoto de equipamentos de geração eólica e solar fotovoltaica integrados a grupos diesel, compreendido por módulo de despacho visando: a previsão de carga e a geração e produção de energia das fontes renováveis a cada momento com base nas condições locais pré-definidas, o sistema recebe as informações de carga e de geração a cada minuto e analisa a segurança do sistema ao mesmo tempo que planeja a operação das gerações ao longo das próximas duas horas.

[013] No banco de patentes dos Estados Unidos da América não foi encontrado qualquer processo no campo técnico da presente invenção.

[014] No banco de patentes do Escritório Europeu de Patentes não foi encontrado qualquer processo no campo técnico da presente invenção.

Apresentação dos Problemas do Estado da Técnica.

[015] A patente BR102013026789-9 que descreve um Supervisório para controle remoto de equipamentos de geração eólica e solar fotovoltaica integrados a grupos diesel, busca otimizar a atuação do operador em relação a entrada e saída de diferentes tipos de máquinas, mas não especificamente das condições técnicas operativas destas máquinas, em especial das

Unidades Geradoras - UGs termelétricas a diesel.

[016] As plataformas interativas de treinamentos virtuais melhoram a capacitação dos operadores dos Supervisórios, principalmente com pouca experiência, buscando padronizar as atuações realizadas com mais frequência, com base na atuação dos operadores experientes; mas não são capazes de capacitar os operadores para realizar sempre a operação ótima da planta, tendo em vista a quantidade de informações e alternativas a serem consideradas. Atualmente existem plataformas de treinamentos virtuais visando aos Supervisórios dos sistemas de distribuição de energia elétrica, notadamente para as manobras em subestações e em redes elétricas, onde as atuações são mais padronizadas e envolvem menor quantidade de variáveis.

[017] Nos Supervisórios das plantas das UTEs, particularmente nos eventos de partida, os conjuntos motogeradores disparam muitos alarmes temporários e as suas redefinições não ocorrem automaticamente. A interpretação dos eventos requer análise comportamental e de tendências para que a atuação do operador seja correta, fato que nem sempre ocorre.

Objetivos da Invenção

[018] Tendo em vista os aspectos e os problemas apresentados nos processos existentes e no estado da arte atual, e no propósito de superá-los, é que na presente patente de invenção foi desenvolvido um novo e inédito Método de Operação e um Sistema Inteligente de Controle - SIC-UTE, com operação automática ou semiautomática, usando técnicas matemáticas avançadas para análise dos eventos ocorridos em

função das informações dos históricos de operação e de atuação dos operadores e das grandezas monitoradas, exigindo a atuação do operador somente em casos de falha real ou tendência de falha em potencial; e para os eventos transitórios apenas registrá-los e redefini-los automaticamente, abordando cinco objetivos: i) acessar as informações disponíveis no banco de dados do SCADA da UTE e dos CLPs (do inglês: “Programmable Logic Controller – PLC”) instalados junto aos conjuntos motores-geradores; ii) criar o sensoriamento de grandezas complementares essenciais ao sistema e não disponíveis no SCADA da UTE; iii) processar de forma inteligente os históricos de operação e de atuação dos operadores e as variáveis medidas de forma a ranquear as melhores UGs para as partidas; iv) gerar telas sinóticas com as informações processadas que podem ser acessadas pelo operador na sala de controle da UTE e remotamente via WEB (do inglês “World Wide Web”); e v) atuar sobre as UGs de forma automática ou semiautomática.

Sumário da Invenção – Funcionalidades.

[019] Para que o SIC-UTE possa fazer um diagnóstico preciso e o controle ativo a contento da operação da planta de geração termelétrica, suas principais características estão abaixo relacionadas.

[020] Importar as informações do SCADA: contidos no Banco de Dados - BD do Supervisório em formato CSL relativas às condições operacionais dos motores e geradores como: potências, tensões, correntes, rotação, temperatura do óleo lubrificante, pressão do óleo lubrificante, temperatura do líquido

de arrefecimento, dentre outras.

[021] Estratégia de controle: definir as informações significativas para as partidas, operações e desligamentos das UGs com os respectivos pesos, em função de seus desempenhos.

[022] Importar informações complementares: contidas nos CLPs e não disponíveis no BD do Supervisório, definidas na estratégia de controle, que também são utilizadas para o ranqueamento das condições operacionais das UGs.

[023] Realizar o ranqueamento hierárquico das UGs: através da técnica estruturada multicritério que organiza e analisa decisões complexas denominada Processo de Análise Hierárquica - AHP (do inglês “Analytic Hierarchy Process”) fazer o ranqueamento hierárquico das UGs, em função de suas qualidades operativas.

[024] Telas sinóticas no SIC-UTE: para expor os dados relevantes de cada UG e o ranqueamento hierárquico, em função da qualidade operativa das mesmas ao operador.

[025] Privilegiar prioridades: em função das análises dos históricos operacionais, atuação dos operadores e das grandezas medidas, o Processo de Análise Hierárquica - AHP através das prioridades fará o ranqueamento hierárquico das UGs. Estas prioridades podem ser alteradas pelo operador através de mudanças dos privilégios, como por exemplo: o consumo de uma dada UG é mais importante que sua temperatura de operação; alterando o modo de funcionamento do SIC-UTE ou realizando simulações com o sistema fora de operação.

[026] Operação automática ou semiautomática: na

operação automática o SIC-UTE toma as decisões e emite comandos automatizados de partidas e retiradas de UGs, na operação semiautomática ele não o faz diretamente, mas subsidia o operador com sugestões para que o mesmo execute os comandos sobre cada uma das UGs.

[027] Estrutura de hardware e software para tratamento de dados e monitoramento remoto: estrutura física de automação enxuta com dispositivos de última geração tecnológica; o Processo de Análise Hierárquica – AHP é implementado em linguagem de programação Python e o Sistema de Controle estabelecido em linguagem Eclipse E3 capaz de se integrar aos Supervisórios existentes e atualmente em usos nas UTEs.

Originalidades e Vantagens da Invenção

[028] A principal originalidade do método de operação e do SIC-UTE descrito nesta patente é a análise inteligente das informações operativas das UGs e das grandezas medidas, para o ranqueamento hierárquico das UGs, via o uso inédito na área de geração termelétrica do Processo de Análise Hierárquica – AHP com adaptações específicas.

[029] As principais vantagens do uso do novo e inédito método no SIC-UTE conjuntamente com os Supervisórios atualmente em uso pelas UTEs são:

- Otimização do processo de sincronização das UGs das UTEs;
- Aumento da segurança operacional da UTE;
- Redução do consumo de combustível;
- Redução do risco de penalidade por parte do ONS; e
- Aumento da confiabilidade do sistema.

Descrição Detalhada das Técnicas Utilizadas.

[030] Para a definição da estratégia de controle, um conjunto de estudos sobre as bases de dados históricos de operação das UTEs foi realizado, visando o aprendizado e a compreensão da dinâmica das grandezas, de forma a se obter as grandezas significativas a serem utilizadas no ranqueamento das UGs.

[031] A estratégia de controle está associada a diversos parâmetros extraídos das grandezas monitoradas, como tempo de operação por faixa de potência, tempos de partida, número de religamentos, consumos na partida e em regime, horímetro, últimas manutenções realizadas e outros fatores de stress, associados a temperatura de operação, ao Intercooler, ao combustível e a exaustão.

[032] Uma forma de orientação, segundo o interesse de gestão, pode ser atribuída pelo operador a fim de imprimir vocações para a classificação, de forma a orientar o ranqueamento conforme interesses de agrupar as UGs por rendimentos, ou stress, ou horas de operação ou outras ainda.

[033] O cerne desta patente de invenção é a estratégia de hierarquização para controle das UGs, através de ferramentas matemáticas para a tomada de decisão na priorização do uso das UGs. Estabelecer comunicação com as informações contidas no BD do Supervisório e CLPs que estão constantemente sendo atualizados, processá-las e retornar para uma tabela no BD do Supervisório com o ranqueamento, para que o Supervisório possa acessar esses novos ranques e operacionalizá-los e/ou apresentá-

los ao operador.

[034] O uso do Processo de Análise Hierárquica – AHP desenvolvido por Thomas L. Saaty, na Universidade da Pensilvânia em 1971, visa decidir qual será a métrica para o cálculo das pontuações das variáveis consideradas, decidindo qual será mais saliente, como por exemplo: o consumo, horímetro ou outra variável. No final do processo, a alternativa com a maior nota conforme os parâmetros determinados será escolhida como a solução para o objetivo. A escala de Saaty para o método AHP é apresentada na tabela a seguir:

1	Igual importância.	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma para a outra.	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância grande ou essencial.	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada.	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra.
9	Importância absoluta.	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários.	Quando se procura uma condição de compromisso entre as duas definições.

As alternativas são comparadas umas com as outras, par a par, aplicando a escala de Saaty, que é uma escala que vai de 1 a 9, sendo que 1, 3, 5, 7 e 9 possuem descrição própria e marcam pontos importantes na escala, já os valores 2, 4, 6, 8 são valores intermediários e não possuem descrição própria. A adaptação do método para o SIC-UTE, se dá pela alternativa de classificação das UGs da planta da UTE.

[035] Os critérios são propriedades, características ou quesitos sob os quais as alternativas são avaliadas. Quanto mais uma alternativa atende a um critério, maior será sua chance de chegar ao final do processo de decisão como vencedora. Um critério pode ser composto por subcritérios, criando uma estrutura de árvore. Isso possibilita a análise e decisão de problemas com maior grau de complexidade, onde as alternativas possuem diferentes graus de adequação às diversas facetas de um mesmo critério. Os critérios também são comparados entre si, par a par, utilizando a escala de Saaty. Os critérios a serem analisados serão o tempo que a temperatura do Intercooler fica acima da média, o tempo em que o líquido fica acima da média, horímetro, número de falhas, tempo com carga abaixo de 60%, acima de 60%, acima de 73%, consumo e o KVA gerado. Alguns desses critérios são retirados das tabelas do BD, outros de medições complementares e outros ainda calculados.

[036] A solução do problema matemático pelo Processo de Análise Hierárquica visa conseguir os pesos finais, para determinar o autovetor dominante de uma matriz, utilizando uma outra ferramenta matemática chamada método das potências;

que emprega conceitos de geometria analítica e cálculo numérico para determinar os autovalores dominantes, pelo autovetor dominante de uma matriz. São necessárias uma matriz A quadrada $m \times m$ e um vetor B $m \times 1$. O vetor B é inicializado com os valores aleatórios, mas normalmente se inicializa cada elemento do mesmo com $1/m$. O cálculo do vetor B dominante é dado por:

$$b_{k+1} = \frac{Ab_k}{\|Ab_k\|} \quad (1)$$

[037] A norma da equação (1) é igual a 1. Realiza-se então a multiplicação da matriz A com a matriz B atual e divide o resultado pela norma da mesma multiplicação, após essas etapas estarem concluídas, atualiza-se os valores do vetor B com os recém calculados, e volta-se a multiplicar o vetor B, com os valores novos, pela matriz A. Esse processo pode ocorrer um número pré-determinado de vezes ou até que o erro entre os passos se torne inferior a um certo patamar.

[038] Um código em linguagem de programação Python foi desenvolvido para realizar o método da potência, podendo definir um erro máximo ou um número máximo de iterações. Essa função também tem suporte para realizar cálculo para matrizes de diversos tamanhos e inicializar a matriz de autovetores.

[039] Durante a fase de Avaliação e Priorização do AHP, o operador realiza uma série de comparações par a par entre os critérios e as alternativas. Ao terminar de preencher os questionários, o operador avalia o grau de inconsistência de suas respostas. O método recomenda níveis de inconsistência

aceitáveis de até 10% para as tabelas, tanto as dos critérios quanto as das alternativas. Normalmente, uma revisão das comparações leva a identificação de erros nos valores atribuídos, diminuindo assim o valor do grau inconsistência. Porém, em alguns casos, devido ao grande número de comparações, o operador pode não localizar facilmente onde ocorreu o erro, e não percebe que os valores escolhidos, quando analisados em conjunto, são inconsistentes. O grau de inconsistência é calculado então pelas equações:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (3)$$

Para calcular o grau inconsistência (CR) é necessário realizar uma operação matemática, na qual se calcula a razão entre o índice de consistência da matriz de julgamentos (CI) com o índice de consistência de uma matriz do tipo aleatória (RI), que é um valor fixo dependendo do tamanho da matriz, conforme a tabela de valores de (RI):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

[040] O cálculo de λ_{\max} segue as seguintes etapas: i) Multiplicar a matriz de prioridades pela matriz de julgamentos; ii) Fazer uma divisão, elemento por elemento, o vetor resultante da etapa anterior pelo vetor de prioridades; iii) Somar todos os elementos do vetor resultante e fazer a divisão pelo número de elementos do vetor para obter λ_{\max} . Após possuir tanto λ_{\max}

quanto (RI), é necessário somente aplicar as fórmulas apresentadas na tabela acima, tomando n como a dimensão da matriz e verificando se CR será menor que 10%.

[041] O cálculo dos pesos finais pelo método AHP passa por diversas etapas. A primeira delas é realizar a comparação par a par das alternativas, para cada critério, para solucionar o objetivo. Como já mencionado, essa comparação irá obedecer a escala de Saaty, então se for identificada que uma alternativa tem mais importância que outra, mas não em exagero em relação a outra, coloca-se por exemplo “3”. Após todas as comparações terem sido realizadas, uma matriz será preenchida com tais valores e como o processo é considerado simétrico, ou seja, supõe-se que a comparação A x B terá resultado invertido em relação a comparação B x A. Isso quer dizer que a metade oposta da matriz é preenchida com os valores inversos, se A x B é 5, então, B x A será 1/5, como pode ser visto na tabela de comparação de critérios, a seguir:

1	4	3	7
1/4	1	1/3	3
1/3	3	1	5
1/7	1/3	1/5	1

[042] Uma tabela de comparação para os critérios também é organizada nos mesmos moldes da tabela anterior. Todas terão o seu autovetor dominante calculado pelo algoritmo do método das potências. A tabela com os autovetores das alternativas é chamada de tabela de julgamentos e a de critérios

é chamada de tabela de prioridades. Mais uma etapa precisa ocorrer antes de finalizar o AHP que é verificar a consistência da matriz final. Como mencionado, se o CR estiver abaixo de 10%, pode-se dar procedimento aos cálculos. A apuração final das escolhas se dará simplesmente fazendo uma multiplicação matricial entre o vetor de prioridades com a matriz de julgamentos, obtendo as prioridades individuais para cada alternativa, possibilitando o ranqueamento.

[043] Aspecto importante na classificação das UGs de acordo com o grupo de variáveis é que no SIC-UTE o operador pode selecionar os pesos de cada variável e visualizar percentualmente a participação das mesmas na pontuação final.

Descrição Resumida das Figuras.

[044] O novo “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA” é ilustrado a título de exemplo, e não limitada através das figuras anexas, nas quais.

[045] A Figura 1 apresenta o diagrama em blocos da topologia de hardware do SIC-UTE.

[046] A Figura 2 representa o diagrama dos procedimentos que ocorrem no Supervisório da UTE e no SIC-UTE.

[047] Na Figura 3 pode-se visualizar a tela sinótica geral do Supervisório com as principais variáveis medidas nas UGs da UTE.

[048] A Figura 4 mostra a tela sinótica do Supervisório com os parâmetros do motor de uma dada UG.

[049] A Figura 5 mostra a tela sinótica do Supervisório de monitoramento das variáveis, temperatura dos cilindros e acionamento/parada para uma dada UG.

[050] A Figura 6 mostra a tela sinótica do Supervisório de visão geral da geração da planta da UTE.

[051] A Figura 7 mostra a tela sinótica de coleta de dados do SIC-UTE com as variáveis utilizadas no módulo de estratégia de controle.

[052] A Figura 8 mostra a tela de configuração do SIC-UTE.

[053] A Figura 9 mostra o fluxograma geral de execução do software do Sistema Inteligente de Controle - SIC-UTE.

[054] A Figura 10 mostra em linhas gerais o fluxograma do método - AHP.

[055] A Figura 11 mostra a tabela de ranqueamento das UGs para partidas do SIC-UTE.

[056] A Figura 12 mostra o gráfico de ranqueamento das UGs do SIC-UTE.

Descrição das Figuras em Detalhes.

[057] Esta seção apresenta detalhadamente a solução proposta na presente invenção, referenciando-se às figuras descritas na seção anterior.

[058] A Figura 1 apresenta o diagrama em blocos da topologia do SIC-UTE (1). Cada unidade geradora UG (8) recebe um Medidor de Fluxo de Combustível na Entrada (9) e um Medidor de Fluxo de Combustível na Saída (10) para obter o real

consumo de combustível do motor de cada UG (8) a cada instante de operação; essas medições são complementares uma vez que no Supervisório (2) da UTE normalmente não existe o monitoramento destas variáveis necessárias para a operação do SIC-UTE (1).

[059] Os medidores de fluxo enviam suas informações ao CLP-IHM (7) que se conecta através de um módulo de expansão CAN de comunicação e um módulo SAM que permite acesso às variáveis do motor e do gerador, como informações momentâneas, erros e alarmes, além de outras disponíveis. Os CLP-IHMs (7) se conectam as portas de entrada do Dispositivo de Chaveamento de Rede (5), através dos módulos ethernet instalados em cada um dos CLP-IHMs (7), à Rede Ethernet Industrial (11) e, por fim, ao CLP-Concentrador (6). Os dados disponíveis no CLP-Concentrador (6) via a Rede Ethernet Corporativa (3) faz a gravação direta dos seus dados no Banco de Dados (4) do Supervisório (2) que são acessados também pelo SIC-UTE (1).

[060] O CLP-IHM (7) é específico para aplicações que requerem um Controlador Lógico Programável - CLP com Interface Homem Máquina - IHM incorporada, de pequeno porte físico, com grande capacidade de processamento e visualização local das variáveis locais de cada conjunto motogerador e retorno do SIC-UTE (1) com o ranqueamento das UGs (8) e alertas próprios processados pela estratégia de controle. Com display colorido sensível ao toque o CLP-IHM (7) permite a entrada e visualização de dados incluindo telas de alarmes e gráficos de

tendência, lógicas de controle avançadas e registro de dados. Com entradas digitais e analógicas em quantidades suficientes para monitorar um dado motogerador, devem possuir também entradas rápidas para os medidores de fluxo. Para sua programação é utilizado um software específico que permite a configuração tanto da lógica de controle do CLP, como das telas de IHM e dos parâmetros de comunicação, além de apresentar uma extensa biblioteca de figuras, permitindo também acesso através de um microcomputador remoto para exportação de seus dados. O módulo ethernet em seu interior adiciona ao CLP-IHM (7) uma porta para implementar comunicações via TCP/IP, como MODBUS sobre TCP. Esta comunicação é que permite a comunicação entre o CLP-IHM (7) e o CLP-Concentrador (6). O módulo CAN permite criar uma rede de controle descentralizada usando protocolos CAN entre o CLP-IHM (7) e o módulo SAM.

[061] O CPL-Concentrador (5) é um CLP robusto com entradas e saídas integradas e IHM virtual, ele é capaz de suportar todos os CLP-IHMs (7) para concentrar todos os dados adquiridos das UGs (8) e disponibilizá-los como um único equipamento, e com acesso direto em formato MODBUS ao Banco de Dados (4) do Supervisório (2); e de forma independente do Supervisório (2) e do Banco de Dados (4) acesso remoto por IHM virtual em um microcomputador, garantindo assim independência da solução e facilidade de operação.

[062] O Dispositivo de Chaveamento de Rede (5) permite a conexão física dos CLP-IHMs (7) ao CLP-Concentrador (5) em um único nó, com todos os dispositivos, possui interface

intuitiva para gerenciamento Web e oferece flexibilidade para montagem, de forma a atender as quantidades de portas a serem utilizadas na configuração da Rede Ethernet Industrial (11).

[063] A Figura 2 representa o diagrama dos procedimentos que ocorrem no Supervisório (2) da UTE e no SIC-UTE (1). O Operador (12) na sala de controle da UTE, ou remotamente via WEB, faz a Comunicação (13) via login/senha com o Supervisório (2) e com o SIC-UTE (1). Através do módulo Configurações do Supervisório (14), as diversas funcionalidades podem ser pré-programadas ou alteradas sobre a programação básica fornecida pela empresa fornecedora dos equipamentos da UTE. No módulo de Parametrizações do Supervisório (15), o Operador (12) pode fazer e/ou alterar as Parametrizações dos Motores (16) e as Parametrizações dos Geradores (17); no módulo de Visualizações (18), alterar as configurações das telas sinóticas de Visualizações das Variáveis dos Motores (19) e de Visualizações das Variáveis dos Geradores (20); no módulo de Alarmes (21), ajustar os valores alvos dos Alarmes dos Motores (22) e dos Alarmes dos Geradores (23). Via o módulo de Despachos (24), o Operador (12) pode efetuar as partidas das máquinas, de forma semiautomática, conforme recomendação do ranqueamento fornecido pelo SIC-UTE (1) ou colocar no modo automático, de forma que o SIC-UTE (1) realize as partidas das UGs (8) sem a interferência do Operador (12). Finalmente existe o módulo de Relatórios do Supervisório (25) que disponibiliza ao Operador (12) relatórios dos comandos realizados, características operacionais, históricos e gráficos das variáveis monitoradas.

[064] O Banco de Dados (4), o Supervisório (2), o SIC-UTE (1) e o CLP-Concentrador (5) se comunicam via a Rede Ethernet Corporativa (3). Junto ao SIC-UTE (1) existe o módulo da Metodologia AHP (26) que faz o ranqueamento das UGs (8) com base nas variáveis monitoradas pelo Supervisório (2) e nas variáveis complementares, o software deste módulo é implementado em linguagem de programação Python; o módulo Estratégia de Controle (27) apresenta ao Operador (12) as prioridades e os pesos das variáveis significativas que irão participar do ranqueamento das UGs (8), eles podem ser modificados de forma a poder interferir em suas ponderações, dando ao sistema uma forma inteligente de adaptação ao cenário de gestão de ativos, também é implementado em Python; e o módulo de Visualizações do SIC-UTE (28) que mostra as telas sinóticas do sistema e é implementado em Eclipse para facilidade de seu uso junto a maioria dos Supervisórios (2) existentes.

[065] Na Figura 3a, pode-se visualizar a tela sinótica Geral do Supervisório (29) mostrando os Blocos das Principais Variáveis de Operação (30) de cada UG (8), os respectivos status e as topologias das conexões elétricas. As abas (31) permitem o acesso do Operador (12) às demais telas sinóticas do Supervisório (2).

[066] A Figura 3b mostra em detalhes o Bloco das Principais Variáveis de Operação (30) representativo de uma dada UG (8), indicando o Número da UG (32), o Estado Operacional (33) se ligada ou desligada, a Potência Ativa Gerada (34) em kW, o Fator de Potência (35) da energia gerada, a

Temperatura do Óleo (36) e a Pressão do óleo (37). Estas variáveis são pré-programadas e acompanhadas sistematicamente pelo Operador (12), que precisa verificar a ocorrência de desvios operacionais da unidade.

[067] A Figura 4 mostra a tela sinótica do Supervisório (2) com os Parâmetros do Motor (38) de uma dada UG (8) onde são apresentados o Número da UG (32), o Valor Atual (40), o Valor Máximo (41) e o Valor Mínimo (42) das Variáveis de Operação do Motor (39), a saber: temperatura do óleo lubrificante, temperatura do combustível, temperatura do intercooler, temperatura do lubrificante, pressão do óleo lubrificante, pressão do combustível, potência do motor e Horímetro (43). A variável Horímetro (43) apresenta o Valor Atual (40) de horas de operação do motor, o Valor Alvo (44) de operação e o Comando de Zeramento (45) que é acionado a cada partida do motor.

[068] A Figura 5 mostra a tela sinótica do Supervisório (2) de Monitoramento das Variáveis, Temperatura dos Cilindros e Acionamento/Parada (42) para uma dada UG (8). Para o Número da UG (32) são mostradas as Variáveis Elétricas do Gerador (47), a saber: potência total ativa em kW, potência total reativa em kVAr, potência total aparente em kVA, tensão de linha A em Volts, tensão de linha B em Volts, tensão de linha C em Volts, corrente da fase A em Ampéres, corrente da fase B em Ampéres, corrente da fase C em Ampéres, fator de potência trifásico, frequência em Hertz e consumo em litros/MWh; as Variáveis Mecânicas do Motor (48): pressão do óleo lubrificante em Bar,

temperatura do óleo lubrificante em °C, pressão do combustível em Bar, temperatura do combustível em °C, temperatura no intercooler em °C, temperatura externa em °C, temperatura do motor A em °C, temperatura do motor B em °C, temperatura diferencial em °C, consumo em l/h, tensão da bateria em Volts e tempo de operação em h.

[069] O Botão Ligar (50) faz a partida manual da UG (8) e o Botão Desligar (49) faz a parada manual da UG (8), as Variáveis Gerais (51) mostram: o percentual de energia gerada em relação a potência nominal do gerador, a energia ativa total gerada, a energia reativa total gerada e a energia aparente total gerada.

[070] No campo Temperatura dos Cilindros (52) são mostradas as temperaturas dos 6 Cilindros Direitos (53) em °C e as temperaturas dos 6 Cilindros Esquerdos (54) em °C, e no campo Temperatura Diferencial (55), a máxima diferença de temperatura entre dois cilindros quaisquer em °C. Existe o Sinalizador de Alarme (56) que acende piscando quando qualquer valor extrapola o valor pré-programado de alarme e o Botão de Zeramento de Alarme (57) para desligá-lo quando acionado.

[071] A Figura 6 mostra a tela sinótica do Supervisório (2) de Visão Geral da Geração (58) da planta da UTE. Nela as UGs (8) do Galpão 1 (59) e do Galpão 2 (60) são mostradas em diferentes cores: cor verde em operação, vermelha desligada e em amarelo indisponíveis para serem operadas; dando ao Operador (12) com fácil reconhecimento visual a situação geral de operação da UTE.

[072] No quadro de UGs Indisponíveis (61) são mostradas a Quantidade de UGs Indisponíveis no Galpão 1 (62), a Quantidade de UGs Indisponíveis no Galpão 2 (63) e a Quantidade de UGs Indisponíveis na Planta da UTE (64).

[073] No quadro de UGs Sincronizadas (65), são mostradas a Quantidade de UGs Sincronizadas no Galpão 1 (66), a Quantidade de UGs Sincronizadas no Galpão 2 (67) e a Quantidade de UGs Sincronizadas na Planta da UTE (68).

[074] No quadro de Potência Disponível (69), são mostradas a Quantidade de Potência Disponível no Galpão 1 (70), a Quantidade de Potência Disponível no Galpão 2 (71) e a Quantidade de Potência Disponível na Planta da UTE (72).

[075] O Ícone (73) se mostra assinalado quando a respectiva UG (8) encontra-se em operação e as Abas (31) mostram as telas sinóticas do Supervisório (2).

[076] A Figura 7 mostra a tela sinótica de Coleta de Dados (74) do SIC-UTE (1) com as variáveis utilizadas no módulo de Estratégia de Controle (27). Nela pode-se visualizar todas as informações relativas ao Número, Data e Hora de Operação da UG (75), o gráfico da Performance de Partida (76), o gráfico de Consumo na Partida e Atual (77), as Informações do Motor (78) com as Temperaturas e Pressões no Motor (79), a saber: temperatura do óleo refrigerante, temperatura do intercooler, temperatura de entrada do combustível, temperatura de saída do combustível, pressão do óleo refrigerante, pressão do intercooler, pressão de entrada do combustível e pressão de saída do combustível; e as Informações Gerais do Motor (80), a saber:

RPM, coletor de admissão, nível do refrigerante, taxa do combustível, impulso de demanda, torque, horímetro, filtro de óleo, tensão da bateria, nível de óleo, pressão no bloco do motor, temperatura do óleo no turbo, consumo de combustível, melhor ranque, pior ranque e ranque atual; e o quadro com Ações Recomendadas para Melhoria do Ranque do Motor (81) onde o programa mostra as variáveis que se encontram fora dos limites operacionais.

[077] Na tela de Coleta de Dados (74) pode-se visualizar também o quadro de Desempenho do Motor (82) com o gráfico de Ranques da UGs (83) ao longo dos históricos, as Informações de Desempenho (87) calculadas, a saber: tempo de partida, número de falhas, consumo na partida, consumo no regime, tempo de rotação acima do normal, tempo de geração maior que 73%, tempo de geração entre 60% e 73%, tempo de geração menor que 60%, número de religamentos, tempo da temperatura do refrigerante acima do nominal, tempo da temperatura do combustível acima do nominal, tempo da temperatura do motor acima do nominal, tempo da pressão no bloco do motor acima do nominal, tempo da demanda acima do nominal, horímetro e horas na próxima manutenção. É mostrada também a Taxa de Ocupação em Relação as Demais UGs (84), a Pontuação no Ranque Atual e Pontuação da UG de Melhor Ranque (85), o Botão de Configuração (86) do SIC-UTE (1) e o quadro com citação de Problemas Encontrados no Desempenho (84). Nesta tela ainda tem o Botão de Avançar (89) que permite o Operador (12) acessar as outras telas sinóticas do SIC-UTE (1).

[078] A Figura 8 mostra a Tela de Configuração (90) do SIC-UTE (1). Nela pode-se visualizar o Número da UG e Configurações (91), Configuração das Informações do Motor (92) em relação ao Valor Nominal (93), Valor Histórico (94), Valor de Alarme (95) e Valor de Desligamento (96) para as Variáveis Configuradas do Motor (97), a saber: RPM, coletor de admissão, nível do refrigerante, impulso de demanda, torque, horímetro, filtro de óleo, tensão da bateria, nível de óleo, pressão no bloco do motor e temperatura do óleo no turbo.

[079] Na Tela de Configuração (90) pode-se também visualizar o quadro de Configuração das Informações de Desempenho do Motor, Valor Histórico, Zeramento e Peso (98) com as Informações de Desempenho (99) calculadas, a saber: tempo de partida, número de falhas, consumo na partida, consumo no regime, tempo de rotação acima do normal, tempo de geração maior que 73%, tempo de geração entre 60% e 73%, tempo de geração menor que 60%, número de religamentos, tempo da temperatura do refrigerante acima do nominal, tempo da temperatura do combustível acima do nominal, tempo da temperatura do motor acima do nominal, tempo da pressão no bloco do motor acima do nominal, tempo da demanda acima do nominal, horímetro e horas na próxima manutenção. Junto de cada uma destas variáveis existe o ícone Assinalar Zeramento (100) que faz o zeramento dos valores históricos da respectiva variável de desempenho e o quadro Peso (101) que indica o peso percentual atribuído a cada variável de desempenho. Finalmente nesta tela ainda tem o Botão de Recuar (102) que permite o

Operador (12) acessar as outras telas do SIC-UTE (1).

[080] A Figura 9 mostra o fluxograma geral de execução do software do Sistema Inteligente de Controle - SIC-UTE (1). Ele tem Início (103) com a Atualização dos Pesos (104) das variáveis significativas de acordo com a Tabela de Pesos (105) contida no módulo Estratégia de Controle (27), ele capta o texto da tabela e converte para valores salvando nas respectivas variáveis dentro dos respectivos códigos; posteriormente atualiza e abre a Caixa de Diálogo dos Diretórios das UGs (106) de acordo com os dados disponíveis no Banco de Dados (4) do Supervisório (2) e no CLP-Concentrador (6), e Atualiza as Variáveis Significativas das UGs (107).

[081] No Método - AHP (108) através da multiplicação vetorial entre o vetor de pesos e o vetor de variáveis é calculada a Participação de Cada Variável na Nota Final da UG (109) mostrada no quadro Peso (101) da Tela de Configuração (90) da Figura 8, e a Nota Final da UG (110); estes resultados formam o Arquivo de Ranqueamento (111) em formato CSL que retorna ao Banco de Dados (4) do Supervisório (2) além de emitir o Relatório de Ranqueamento das UGs para Partidas (112) e o Gráfico de Ranqueamento das UGs para Partidas (113) que são expostos em telas sinóticas do SIC-UTE (1) ao Operador (12).

[082] A Figura 10 mostra em linhas gerais o fluxograma do Método - AHP (108). Ele tem Início (114) com a Construção das Matrizes de Decisão (115), para o critério, por exemplo partida das UGs (8), onde são construídas as matrizes de decisão depois de construir a hierarquia, cabendo ao decisor, para

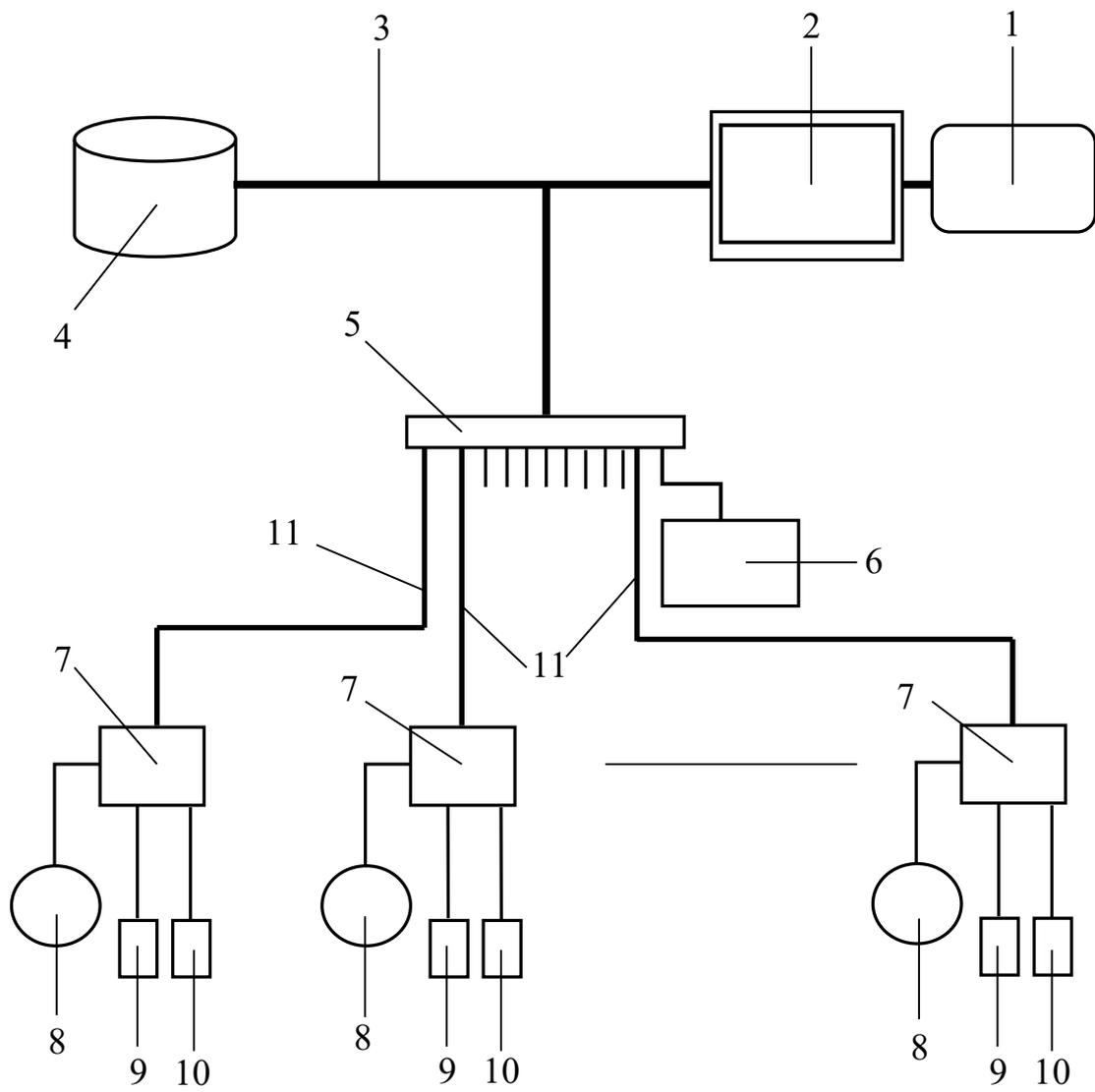
cada critério, fazer uma comparação par a par das alternativas (variáveis significativas) de forma a obter a matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor anota suas preferências segundo a escala fundamental. As comparações par a par são realizadas em todos os níveis hierárquicos. Em seguida as Matrizes São Normalizadas (116) dividindo cada elemento da matriz pela soma da coluna a que pertence, resultando em uma matriz com colunas de soma igual a 1. Posteriormente são obtidos o Vetor dos Pesos (117) via as matrizes normalizadas de cada critério, calculando a média aritmética de cada linha, resultando em um vetor que representa o grau de preferência ou pesos das alternativas para um dado critério. É construída então Matriz de Avaliação (118) com os vetores encontrados anteriormente, as linhas constituem as alternativas e as colunas os critérios. A coluna de cada critério é formada pelo vetor de pesos de cada critério. A tabela obtida representa o peso de cada alternativa quando analisada em relação a cada critério, restando somente estabelecer o peso de cada critério no processo de decisão, usando também a técnica de comparações par a par. A Matriz de Decisão dos Critérios (119) é obtida pela aplicação de Matrizes Normalizadas (116) e, em seguida, construindo o Vetor dos Pesos (117) para a classificação par a par novamente. O resultado é um vetor que contém o peso de cada critério no processo de decisão final. A Participação de Cada Variável na Nota Final da UG (109) é obtida pela Multiplicação (120) da Matriz de Avaliação (118) pela Matriz de Decisão dos Critérios (119) resultando num vetor que contém a quantificação final ou preferência final de cada

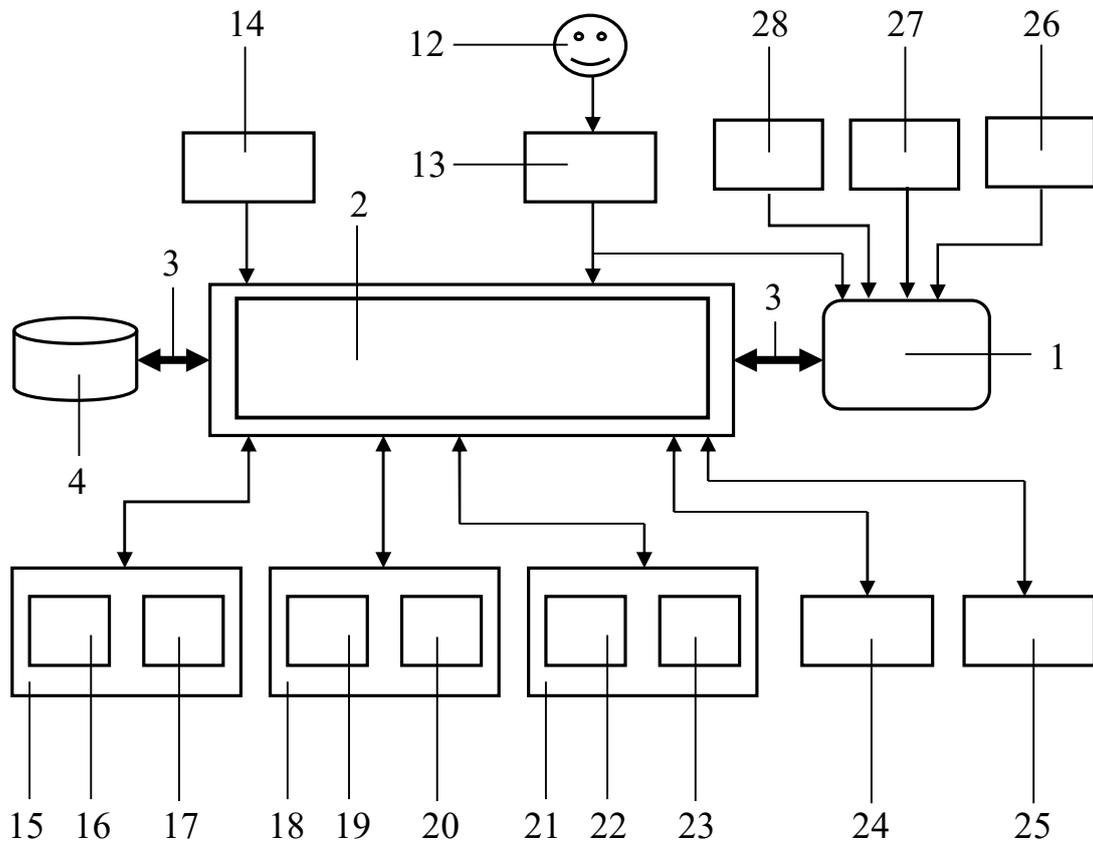
alternativa (variável significativa).

[083] A Figura 11 mostra a Tabela de Ranqueamento das UGs para Partidas (121) do SIC-UTE (1). Nela pode-se visualizar o título Ranqueamento das UGs para Partidas / Ordem Decrescente (122), as UGs (8) do Galpão 1 (59) e do Galpão 2 (60). Cada Número da UG (32) apresenta seu Total de Pontos (123) e sua classificação na ordem descendente. Caso uma dada UG (8) não disponha de uma ou mais variáveis significativas sua pontuação é “zero”, ficando no final da classificação. A Tabela de Ranqueamento das UGs para Partidas (121) aparece também no Relatório de Ranqueamento das UGs para Partidas (112).

[084] A Figura 12 mostra o Gráfico de Ranqueamento das UGs (113) do SIC-UTE (1). Nela pode-se visualizar o título Ranqueamento das UGs para Partidas (124) e o Total de Pontos (123) para um dado Número da UG (32).

[085] O método de operação baseado na Metodologia AHP (26) e na Estratégia de Controle (27) e o SIC-UTE (1), objeto da presente patente de invenção, pode contemplar diferentes variáveis significativas e critérios, ter a construção de seus elementos básicos constituintes em diferentes tecnologias, bem como diferentes configurações acessórias conforme a necessidade de cada planta de UTE; logicamente alterações podem ser feitas no “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA” sem a perda da inovação aqui apresentada.

**Figura 1**

**Figura 2**

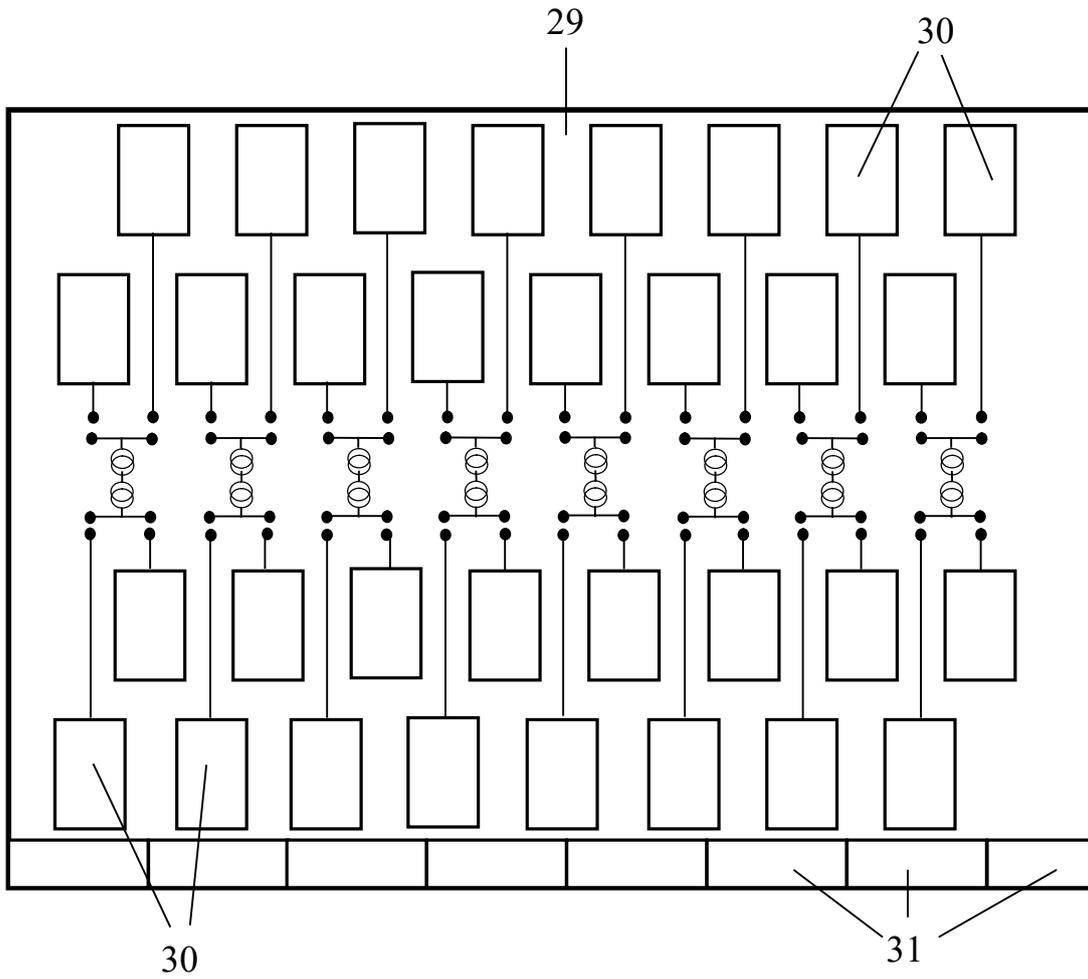


Figura 3a

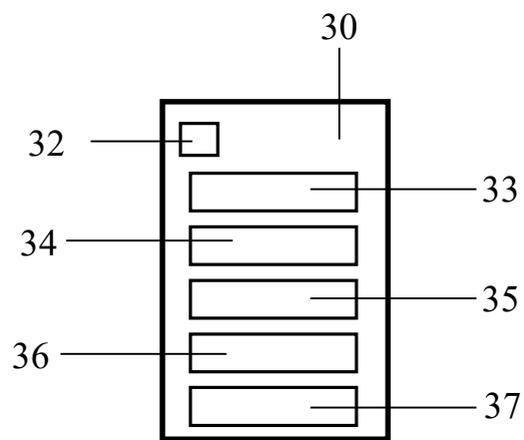


Figura 3b

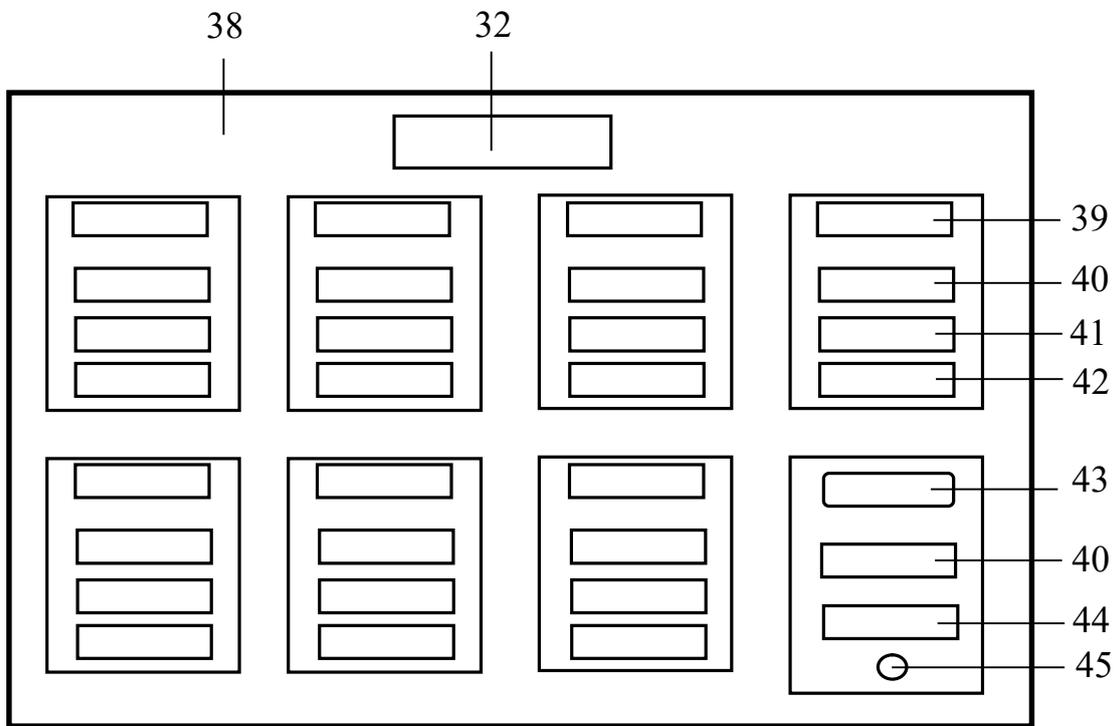
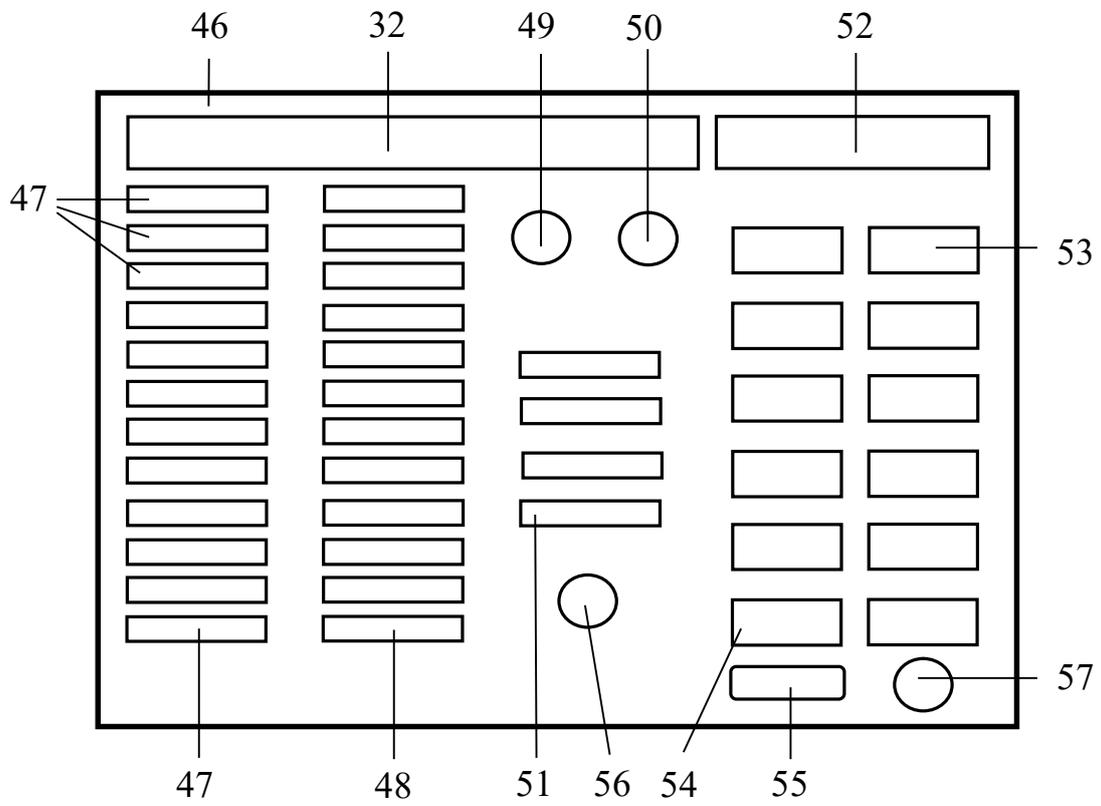


Figura 4

**Figura 5**

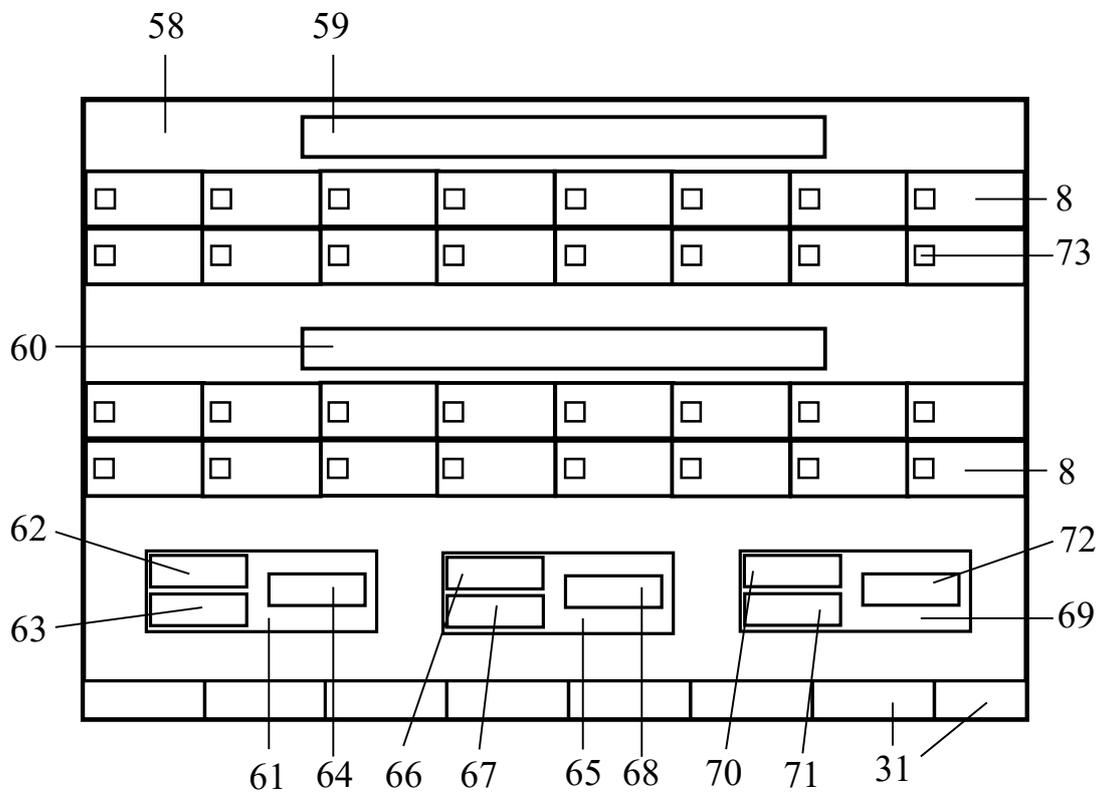
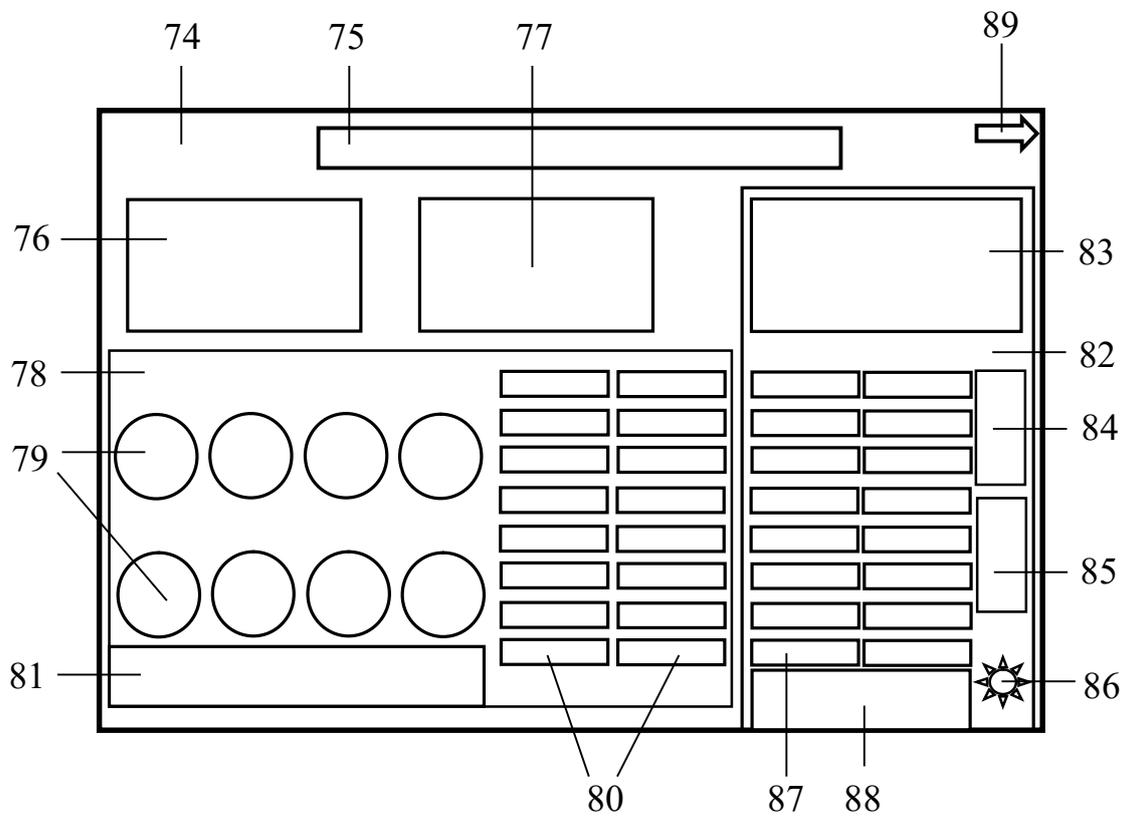
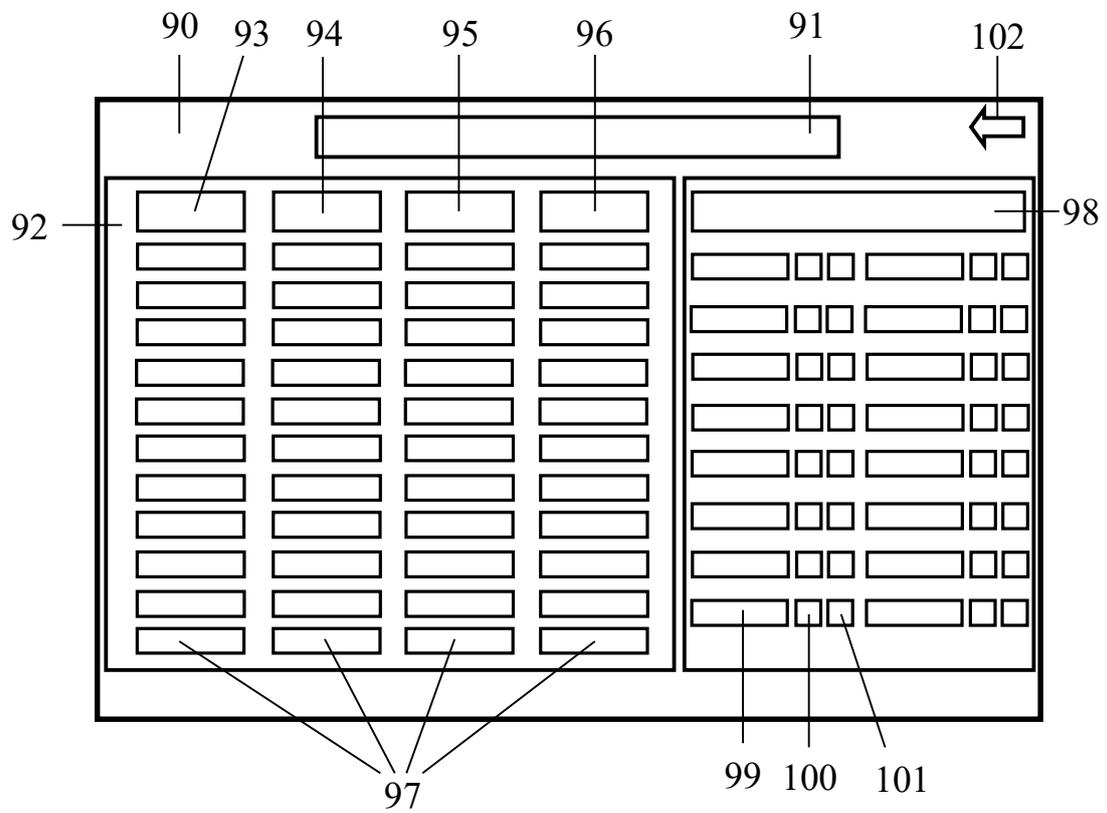
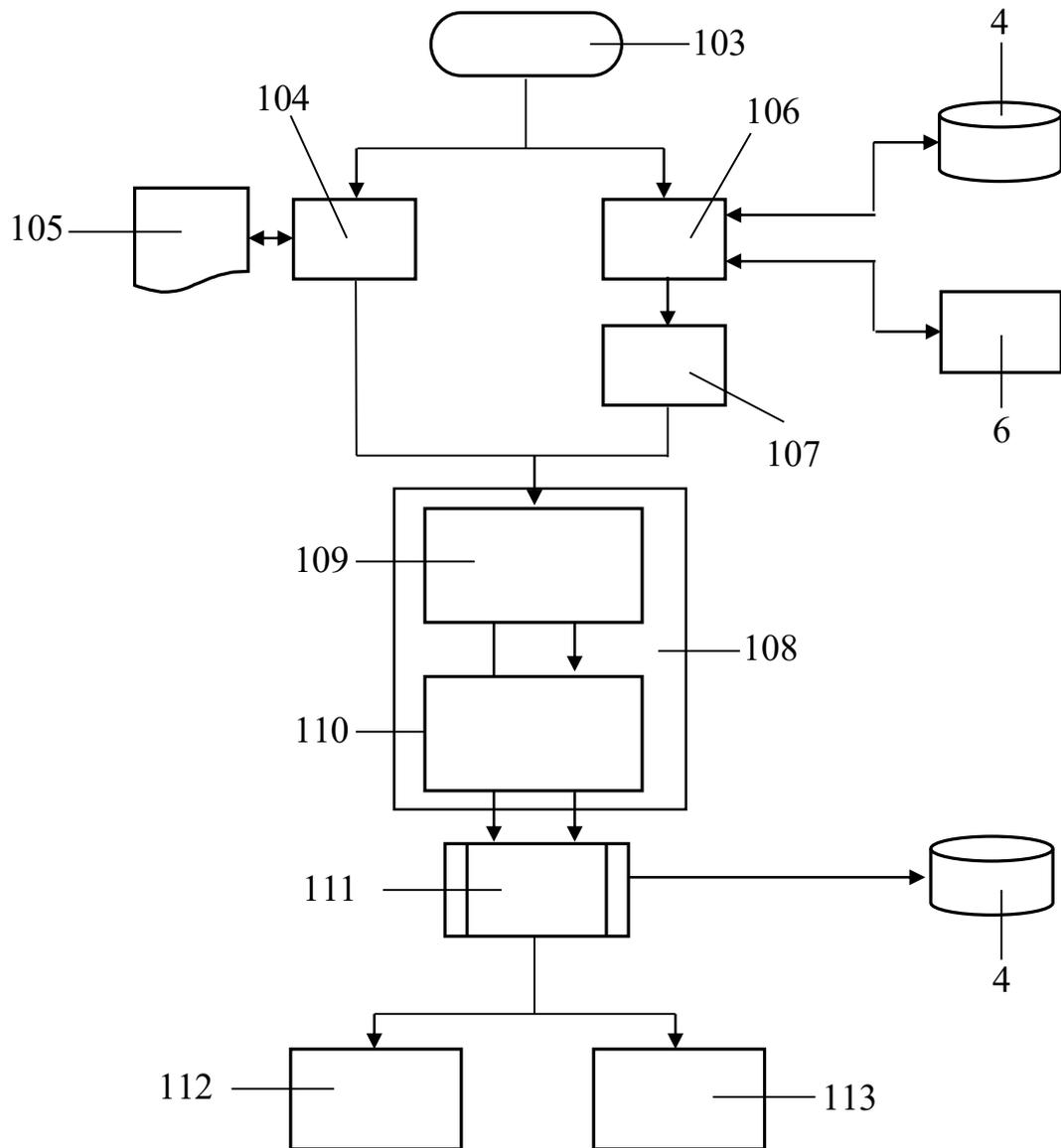
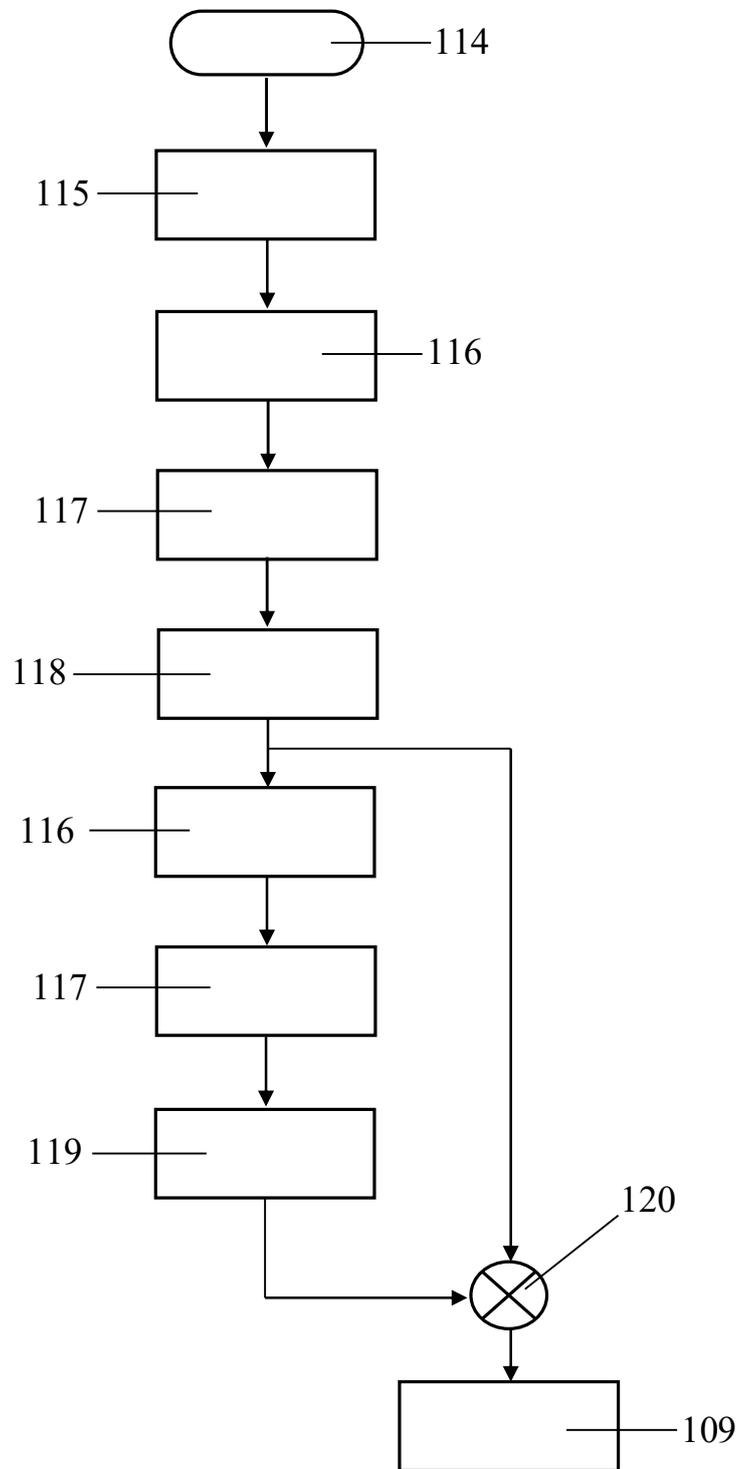


Figura 6

**Figura 7**

**Figura 8**

**Figura 9**

**Figura 10**

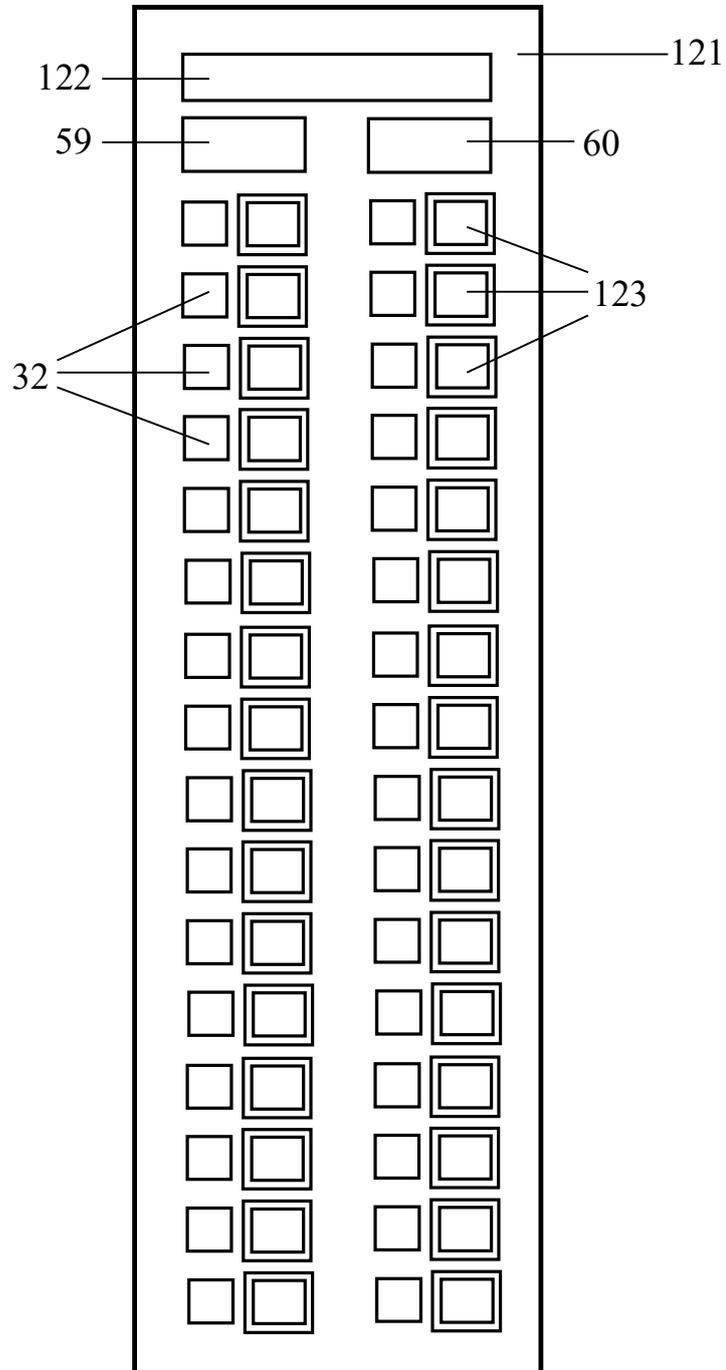


Figura 11

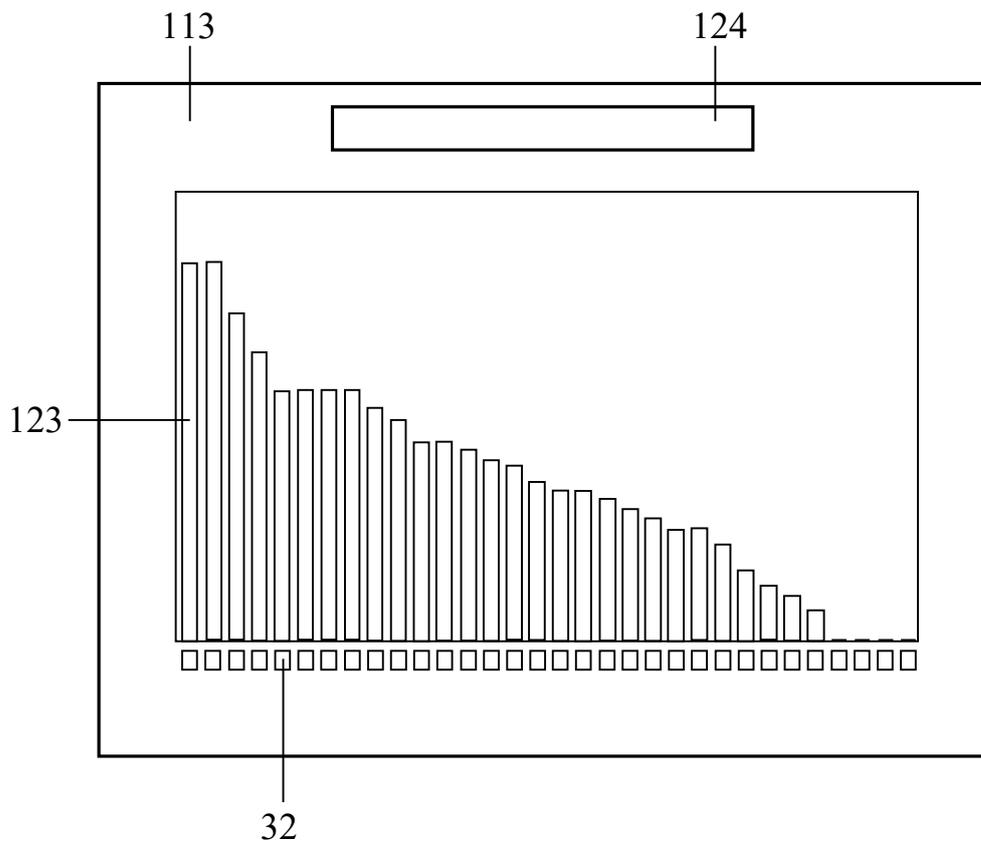


Figura 12

REIVINDICAÇÕES

1. “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA”, compreendido por um sistema Supervisório (2), um Banco de Dados (4) e um CPL-Concentrador (5) que se comunicam via a Rede Ethernet Corporativa (3), e CPL-IHMs (7) que recebem as variáveis dos motogeradores das Unidades Geradoras – UGs (8) da planta de Usina Termelétrica – UTE e enviam seus dados via a Rede Ethernet Industrial (11) e o Dispositivo de Chaveamento de Rede (5) ao CPL-Concentrador (5), **caracterizado por** o Sistema Inteligente de Controle – SIC-UTE (1) compreender o módulo de Estratégia de Controle (27) com a Tabela de Pesos (105) relativas as variáveis significativas, associadas a parâmetros extraídos das grandezas monitoradas, como tempo de operação por faixa de potência, tempos de partida, número de religamentos, consumos na partida e em regime, horímetro, últimas manutenções realizadas e outros fatores de stress, associados a temperatura de operação, ao Intercooler, ao combustível e a exaustão, dentre outras, com alternativa de alteração dos pesos das variáveis significativas pelo Operador (12) segundo seu interesse de gestão; o módulo da Metodologia AHP (26) que através do uso do Processo de Análise Hierárquica – AHP faz o ranqueamento das UGs (8) considerando os pesos das variáveis significativas, as variáveis monitoradas e os históricos operacionais e de atuação do Operador (12) junto as UGs (8) contidas no Banco de Dados (4)

do Supervisório (2) e pelas variáveis complementares contidas no CLP-IHMs (7) e CLP-Concentrador; o módulo de Visualizações do SIC-UTE (28) que mostra as telas sinóticas do sistema de Coleta de Dados (74) com as variáveis utilizadas no módulo de Estratégia de Controle (27), a Tela de Configuração (90) com as Informações de Desempenho (99) calculadas de tempo de partida, número de falhas, consumo na partida, consumo no regime, tempo de rotação acima do normal, tempo de geração maior que 73%, tempo de geração entre 60% e 73%, tempo de geração menor que 60%, número de religamentos, tempo da temperatura do refrigerante acima do nominal, tempo da temperatura do combustível acima do nominal, tempo da temperatura do motor acima do nominal, tempo da pressão no bloco do motor acima do nominal, tempo da demanda acima do nominal, horímetro e horas na próxima manutenção, a Tabela de Ranqueamento das UGs para Partidas (121) e o Gráfico de Ranqueamento das UGs (113); o Medidor de Fluxo de Combustível na Entrada (9) e o Medidor de Fluxo de Combustível na Saída (10) para medição das variáveis complementares usadas pelo SIC-UTE (1) e não disponíveis no Supervisório (2).

2. “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o Processo de Análise Hierárquica – AHP ser constituído pela Construção das Matrizes de Decisão (115) para obtenção dos critérios, posteriormente as

Matrizes São Normalizadas (116) obtendo o Vetor dos Pesos (117), ser construída a Matriz de Avaliação (118) e pela aplicação par a par novamente das Matrizes Normalizadas (116) e o Vetor dos Pesos (117) obter a Matriz de Decisão dos Critérios (119) que através da Multiplicação (120) da Matriz de Avaliação (118) pela Matriz de Decisão dos Critérios (119) ser obtida a Participação de Cada Variável na Nota Final da UG (109) e a Nota Final da UG (110) cujos valores são expostos no Relatório de Ranqueamento das UGs para Partidas (112) e no Gráfico de Ranqueamento das UGs para Partidas (113) via telas sinóticas do SIC-UTE (1) ao Operador (12).

3. “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** as grandezas relativas às variáveis significativas necessárias para a operação do SIC-UTE (1) e não monitoradas pelo Supervisório (2) serem realizadas por medidores instalados junto aos conjuntos motores-geradores das UGs (8) e monitorados pelos CLP-IHMs (7) e pelo CLP-Concentrador (6) via a Rede Ethernet Industrial (11).

RESUMO

Patente de Invenção “MÉTODO DE OPERAÇÃO E SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROLE DA MALHA DE POTÊNCIA DE USINA TERMELÉTRICA”. De acordo com a presente invenção, pertencente à área de geração termelétrica, refere-se a um sistema de controle para gerenciar e otimizar a partida, o regime de operação e o desligamento das Unidades Geradoras - UGs de uma planta de geração termelétrica a partir do processamento inteligente das informações dos históricos de operação e de atuação dos operadores e das grandezas monitoradas. Composto pelo módulo de Estratégia de Controle (27) com a Tabela de Pesos (105) das variáveis significativas, pelo módulo da Metodologia AHP (26) que através do uso do Processo de Análise Hierárquica – AHP faz o ranqueamento das UGs (8), considerando os pesos das variáveis significativas, as variáveis monitoradas e os históricos operacionais e de atuação do Operador (12) junto às UGs (8) contidos no Banco de Dados (4) do Supervisório (2) e pelas variáveis complementares contidas no CLP-IHMs (7) e CLP-Concentrador; e o módulo de Visualizações do SIC-UTE (28) que mostra as telas sinóticas com as Informações de Desempenho (99), a Tabela de Ranqueamento das UGs para Partidas (121) e o Gráfico de Ranqueamento das UGs (113), dentre outras.