

**Análise do acidente com a Unidade Estacionária de Produção,
Estocagem e Transferência, PETROBRAS XXXIV**

- Relatório da Comissão de Investigação ANP / DPC -

Janeiro/2003



anp
Agência Nacional
do Petróleo,
Gás Natural e Biocombustíveis

Análise do acidente com a Unidade Estacionária de Produção, Estocagem e Transferência, PETROBRAS XXXIV

- Relatório da Comissão de Investigação ANP / DPC -
Janeiro / 2003

ÍNDICE

- 1 - Introdução
- 2 - Objetivo
- 3 - Desenvolvimento dos trabalhos
- 4 - Documentação analisada
- 5 - Descrição da Unidade
 - 5.1 - Características principais da Unidade
 - 5.2 - Geração elétrica principal
 - 5.3 - Geração elétrica de emergência
 - 5.4 - Sistemas de 24 volts de corrente contínua
 - 5.5 - Sistema Ininterrupto de Energia – UPS
 - 5.6 - Sistema de Operação e Supervisão (ECOS)
 - 5.7 - Sistema de Controle do Processo e do Intertravamento de Segurança
 - 5.8 - Sistema hidráulico de controle das válvulas
 - 5.9 - Tanques de carga
 - 5.10 - Bombas e redes de carga e descarga
 - 5.11 - Tanques de lastro
 - 5.12 - Bombas e redes de lastro
 - 5.13 - Dotação de material de salvatagem
- 6 - Análise dos eventos
 - 6.1 - Oscilação de tensão
 - 6.2 - Falha do retificador / carregador de baterias “B”
 - 6.3 - Falha do conjunto UPS “A”
 - 6.4 - Intervenção no retificador / carregador de baterias “B”
 - 6.5 - Queda da geração de energia principal
 - 6.6 - Parada das estações ECOS
 - 6.7 - Entrada em funcionamento do gerador de emergência “A”
 - 6.8 - Reinicialização das estações ECOS
 - 6.9 - Atuação do sistema hidráulico de controle de válvulas

- 6.10 - Tentativa de restabelecer a geração principal
- 6.11 - Tentativa de executar o “Back Feeding”
- 6.12 - Fechamento manual das válvulas
- 6.13 - Adernamento da P-XXXIV
- 6.14 - Abandono da P-XXXIV
- 7 - Simulação dos eventos
 - 7.1 - Considerações iniciais
 - 7.2 - Procedimento
 - 7.3 - Conclusão da simulação
- 8 - Conclusões e recomendações
 - 8.1 - Revisão dos manuais de procedimento e intensificação dos treinamentos
 - 8.2 - Auditoria do sistema elétrico
 - 8.3 - Controlador Lógico Programável (CLP)
 - 8.4 - Revisão das UPS
 - 8.5 - Lógica dos retificadores / carregadores de baterias
 - 8.6 - Identificação de equipamentos
 - 8.7 - Sistema de ar comprimido
 - 8.8 - Mangote de “Offloading”
 - 8.9 - Adernamento da P-XXXIV
 - 8.10 - Avaliação estrutural
- 9 - Cronologia dos eventos com relação causal com o acidente

1 - Introdução

No dia 13 de outubro de 2002, uma sucessão de eventos ocorreram no FPSO “PETROBRAS – XXXIV” causando a abertura indevida das válvulas de interligação dos tanques de carga e de lastro e a transferência dos fluidos neles armazenados para bombordo, culminando com o seu adernamento até 34 graus e no conseqüente abandono da Unidade pela tripulação.

No dia do acidente a P-XXXIV operava com um efetivo de 77 pessoas e encontrava-se produzindo, nos campos de Barracuda e Caratinga, na Bacia de Campos, cerca de 33.000 barris de petróleo por dia e comprimindo cerca de 392.000 m³ de gás por dia. Em seus tanques de carga haviam estocados aproximadamente 14.500 m³ de petróleo.

Apesar da ausência de vítimas e de derramamento de óleo no mar, além da possibilidade de recuperação da Unidade, a gravidade dos acontecimentos e a interrupção da produção de petróleo e gás natural levaram a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a Diretoria de Portos e Costas (DPC) da Marinha do Brasil a constituírem uma Comissão Conjunta de Investigação, através da portaria conjunta nº 1, datada de 14 de outubro de 2002, alterada pela portaria conjunta nº 3, datada de 13 de dezembro de 2002, com os seguintes integrantes:

- **Representantes da Diretoria de Portos e Costas (DPC):**

CF (RRM) Hélio Crisóstomo da Silva
Engenheiro Alexandre José Trinas de Freitas

- **Representantes da Agência Nacional do Petróleo (ANP):**

Engenheiro Ricardo Rios de Campos Rosa
Engenheiro Dante Aloysio de Carvalho Júnior

2 - Objetivo

Esta investigação tem como objetivo apurar as causas do acidente e, em conseqüência, adquirir subsídios que possibilitem:

- a) a implementação das medidas corretivas necessárias que evitem a ocorrência de acontecimentos similares;
- b) o aprimoramento da regulamentação quanto a segurança operacional nas unidades marítimas ; e
- c) a melhoria das práticas e procedimentos operacionais na execução de atividades marítimas de exploração e produção de petróleo e gás natural.

3 - Desenvolvimento dos Trabalhos

A Diretoria de Portos e Costas e a Agência Nacional do Petróleo foram prontamente informadas pela Petrobras da ocorrência do acidente, passando a acompanhar todas as ações implementadas visando ao salvamento da P-XXXIV e, posteriormente, sua recondução às condições normais de fluabilidade e estabilidade.

Uma série de documentos foram solicitados à Petrobras e à Sociedade Classificadora da Unidade, Lloyd's Register, com o objetivo de permitir a avaliação das condições em que se encontrava a Unidade e, também, iniciar a análise das possíveis causas do evento. No desenrolar das investigações novos documentos se tornaram necessários e foram também

solicitados, sendo que a relação dos documentos considerados pela Comissão é apresentada no item 4 do presente relatório.

No dia 18 de outubro, data em que foi restaurada a geração principal de energia a bordo, os componentes desta Comissão de Investigação estiveram na Unidade, travando o primeiro contato com os sistemas de bordo diretamente relacionados com o evento e entrevistando o pessoal envolvido no resgate da Unidade.

Os integrantes da Comissão acompanharam os depoimentos das testemunhas no Inquérito Administrativo instaurado pela Delegacia da Capitania dos Portos em Macaé, formulando as perguntas pertinentes para o perfeito esclarecimento das causas do sinistro.

A DPC e a ANP também consideraram as conclusões obtidas pela comissão de sindicância da P-XXXIV, instaurada pela Petrobras, avaliando as afirmações e conclusões apresentadas no seu Relatório Final, bem como as entrevistas realizadas com alguns dos componentes da referida comissão.

Em 29 de novembro os componentes desta Comissão acompanharam, a bordo da P-XXXIV, a simulação dos eventos que ocasionaram o acidente, de acordo com as conclusões apresentadas no Relatório Final da comissão interna da Petrobras.

4 - Documentação Analisada

Foram analisados pela Comissão de Investigação os seguintes documentos:

- Certificado de Segurança de Unidade Móvel Marítima;
- Certificado Internacional de Borda Livre;
- Certificado Internacional de Arqueação;
- Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Óleo;
- Certificados de Isenção;
- Certificado de Registro no país de bandeira;
- Certificado de Classe;
- Relatórios das vistorias de renovação e anuais referentes aos certificados;
- Manual de Operação - volumes 1, 2 e 3;
- Manual de Carregamento, Trim e Estabilidade;
- Plano de Contingência da P-XXXIV;
- Plano Organizacional da P-XXXIV;
- Plano de Arranjo Geral;
- Plano de Capacidade (número IVI – K200501-rev. B);
- Plano de Perfil Estrutural e de Seção Mestra;
- Plano de Linhas;
- Contrato de Afretamento;
- Plano de Carregamento da P-XXXIV no dia do acidente;
- Boletins de Produção da P-XXXIV entre 01/05/2002 a 12/10/2002;
- Cópia dos Diários de Navegação entre 26/09/2002 a 12/10/2002;
- Cópia dos Registros de Treinamento do SMS da P-XXXIV.
- Listagem com indicação de posição (aberta/fechada) das válvulas dos tanques de carga e de lastro encontrada no momento em que a primeira equipe de socorro embarcou na Unidade;
- Cópia das Permissões de Trabalho emitidas nos dias 12 e 13/10/2002;
- Balanço Elétrico atualizado da P-XXXIV (documento "Estudo da Queda de Tensão Instantânea do Gerador e desenho "Electrical One Line Diagram (Power System)" (DE-3010 01-25140-946-PEP-001 – Ver. B).

- Cópia do registro de controle das rotinas de manutenção planejadas e de manutenções corretivas efetuadas desde 01/05/2002, referentes ao sistema de automação e controle, geração de energia e das válvulas e redes de carga;
- Cópia do contido no registrador de eventos desde 9:00 h do dia 13/10/2002, antes do início do acidente, até o momento que deixaram de ser efetuados;
- Cópia do contido no registrador de eventos desde 12:44 h até 14:36 h do dia 29/11/2002, relativos à simulação efetuada a bordo;
- Contrato de Manutenção Preventiva e Corretiva de Elétrica, Mecânica e Instrumentação;
- Contrato de Manutenção Preventiva, Corretiva e Reparo de Componentes dos Motores Wartsila Nohab; e
- Lista de Tarefas de Manutenção para o Carregador de Baterias CBA-1000/C 24 Vcc.

5 - Descrição da Unidade

O FPSO P-XXXIV é uma Unidade Estacionária de Produção, Estocagem e Transferência, instalado nos campos de Barracuda e Caratinga, na Bacia de Campos. Ele é o resultado da última conversão do navio-tanque Presidente Prudente de Moraes, construído em 1959, que ocorreu em 1997 no estaleiro IVI, no Rio de Janeiro.

Características Principais

5.1 - Características Principais da Unidade

Sistemas Elétricos

5.2 - Geração Elétrica Principal

5.3 - Geração Elétrica de Emergência

5.4 - Sistemas de 24 Volts de Corrente Contínua

5.5 - Sistema Ininterrupto de Energia - UPS

Sistemas de Automação e Controle

5.6 - Sistema de Operação e Supervisão (ECOS)

5.7 - Sistema de Controle do Processo e do Intertravamento de Segurança

5.8 - Sistema Hidráulico de Controle das Válvulas

Sistemas de Carga, Descarga e Lastro

5.9 - Tanques de Carga

5.10 - Bombas e Redes de Carga e Descarga

5.11 - Tanques de Lastro

5.12 - Bombas e Redes de Lastro

Dotação de Material de Salvatagem

5.13 - A Unidade dispõe do seguinte material de salvatagem

5.1 - Características Principais da Unidade

- Nome: PETROBRAS-XXXIV
- Bandeira: Panamá
- Sociedade Classificadora: Lloyd's Register of Shipping - LRS
- Tipo: FPSO (Floating Production, Storage and Off-loading) com "Turret"
- Comprimento entre Perpendiculares: 231,100 metros
- Boca Moldada: 26,000 metros
- Pontal Moldado: 16,870 metros
- Capacidade de processamento de petróleo: 45.000 barris por dia
- Capacidade de compressão de gás: 1.000.000 metros cúbicos por dia
- Capacidade total dos tanques de carga: 64.896 metros cúbicos
- Porte Bruto: 48.072 Toneladas (no calado correspondente à borda-livre tropical)
- Lotação Autorizada: 80 pessoas
- Lâmina d'água na locação: 840 metros

Para melhor entendimento dos eventos identificados pela Comissão de Investigação, torna-se necessária a descrição, de maneira sucinta e restrita apenas aos elementos envolvidos no acidente ora investigado, dos principais sistemas elétricos, de automação e controle, de carga, descarga e lastro, bem como da dotação de material de salvatagem da P-XXXIV.

5.2 - Geração Elétrica Principal

O sistema principal de geração de energia elétrica é constituído de 3 moto-geradores (GE-514001A, GE-514001B e GE-514001C) com capacidade individual de 1.600 kVA, gerando energia elétrica em 480 V, corrente alternada.

7

Cada gerador é dotado de um painel de controle, todos localizados na sala de painéis elétricos e alimentados pelo sistema de 24 Vcc de serviços gerais da Unidade. Estes painéis são interligados ao painel principal de distribuição de energia elétrica (PN-514001), responsável pela energização de toda a Unidade em condições normais de operação.

O sistema de geração principal conta ainda com um Controlador Lógico Programável - CLP, dotado de um painel remoto. Através deste painel, o CLP recebe sinais e envia comandos aos painéis de controle dos 3 moto-geradores.

5.3 - Geração Elétrica de Emergência

O sistema de geração de energia elétrica de emergência é constituído de 2 moto-geradores (GE-514002A e GE-514002B) com capacidade individual de 500 kVA, gerando energia elétrica também em 480 V, corrente alternada. Esses geradores alimentam o painel de cargas essenciais (PN-514004), responsável pela energização dos sistemas essenciais da Unidade em caso de queda da geração principal. Cada gerador de emergência possui um painel de controle independente, ambos alimentados pelo sistema de 24 Vcc de serviços gerais da Unidade. Cada painel é alimentado por barramentos dedicados desse sistema (gerador "A" pelo barramento do carregador de baterias CB-514001A e gerador "B" pelo barramento do carregador de baterias CB-514001B).

Uma alternativa de que o sistema de geração de energia de emergência dispõe é a possibilidade da energização de sistemas e equipamentos ligados apenas ao painel principal de distribuição de energia elétrica da Unidade, utilizando a geração de energia de emergência.

Esta operação de realimentação é denominada "back feeding" e somente pode ser executada quando os geradores principais estão inoperantes, seus disjuntores abertos ou na posição de teste e a chave seletora situada no painel de cargas essenciais (PN-514003) posicionada para a posição de "realimentação".

5.4 - Sistemas de 24 Volts de Corrente Contínua

Existem na Unidade vários sistemas independentes de fornecimento de energia elétrica em 24 Vcc.

Dois dos sistemas de 24 Vcc de serviços gerais que alimentam o Controlador Lógico Programável (CLP) e os painéis de controle dos geradores principais e de emergência são compostos de 2 retificadores/carregadores e 2 bancos de baterias, interligados por um quadro elétrico de distribuição de corrente contínua. Cada conjunto retificador/carregador e banco de baterias ("A" e "B") tem capacidade para suprir 100% da demanda de energia elétrica atendida pelo quadro elétrico. Em caso de falha de um desses conjuntos retificador/carregador e banco de baterias, seus consumidores podem ser alimentados pelo outro, através do acionamento de um disjuntor de interligação, denominado TIE.

5.5 - Sistema Ininterrupto de Energia - UPS

O sistema UPS (Uninterruptible Power Supply) é composto de um transformador/abaixador/estabilizador de tensão em um ramo e de um conjunto carregador de baterias/baterias/inversor no outro ramo. Em condição normal de operação o sistema opera com o ramo que dispõe de baterias. A função deste sistema é garantir o fornecimento ininterrupto de energia elétrica em 120 Volts, corrente alternada, para equipamentos vitais para a segurança da Unidade, como é o caso do sistema da Estação Central de Operação e Supervisão - ECOS. Para alimentação dessas estações, existem a bordo da P-XXXIV dois conjuntos de UPS (CB-514401A e CB-514401B), sendo ambos dimensionados para suprir 100% das cargas de 120 Vca de todas as estações do sistema.

Os conjuntos de UPS são alimentados através de um "Painel de Retificadores e UPS" (PN-514058), instalado na sala do carregador de baterias, que recebe energia elétrica tanto da geração principal quanto da geração de emergência.

A distribuição de energia em 120 Vca é feita através de um quadro de corrente alternada (QCA-514401), composto por 1 disjuntor da UPS "A" alimentando o barramento "A", 1 disjuntor da UPS "B" alimentando o barramento "B" e outro disjuntor de interligação, a ser acionado no caso de falha de um dos conjuntos de UPS.

5.6 - Sistema de Operação e Supervisão (ECOS)

O sistema ECOS - Estação Central de Operação e Supervisão é composto por 5 estações computadorizadas de trabalho, identificadas como estações "A", "B", "C", "D" e "E". As estações "B" e "E" são denominadas estações principais ("master") e as demais estações secundárias ("slaves"), que recebem informações das estações principais. Estas 5 estações permitem aos operadores monitorar as informações recebidas durante as operações de campo na sala de controle, bem como o envio de comandos para operação dos diversos sistemas da Unidade. Além destas funções, a ECOS permite gravar registros de alarmes, registrar valores históricos e elaborar gráficos das variáveis selecionadas da área de produção.

A alimentação de energia elétrica do sistema ECOS em 120 Vca é feita pelo Sistema de Ininterrupto de Energia (UPS), que é energizado através do Painel dos Retificadores e UPS (PN-514058).

De acordo com o projeto da Unidade, as 2 estações "master" da ECOS deveriam ser alimentadas por UPS diferentes, garantindo operacionalidade ininterrupta do sistema em questão.

5.7 - Sistema de Controle do Processo e do Intertravamento de Segurança

O controle do processo e do intertravamento de segurança da Unidade é feito pelos Controladores Lógicos Programáveis (CLP), compostos basicamente de uma unidade central de processamento e de cartões de entrada e de saída. Estes CLP fazem a associação entre os sinais de entrada e os comandos de saída. Existem funções executadas automaticamente pelos CLP, enquanto outras são executadas através de comando do operador.

Os CLP são alimentados pelo sistema de 24 Vcc e pelas UPS em 120 Vca, dependendo da tensão necessária em cada equipamento componente do Controlador.

5.8 - Sistema Hidráulico de Controle das Válvulas

O sistema hidráulico de acionamento das válvulas de carregamento, descarregamento, captação de água do mar e de movimentação de fluidos entre tanques de carga, lastro e de resíduos oleosos é composto de:

- duas bombas hidráulicas ("BH" na figura 6.1);
- banco de acumuladores de pressão ("A" na figura 6.1);
- painel de condicionamento de sinal de comando das válvulas solenóides e das barreiras de segurança intrínseca ("Painel Seg. Int. 1" na figura 6.1);
- painel de condicionamento de sinal de posição das válvulas hidráulicas das barreiras de segurança intrínseca ("Painel Seg. Int. 2" na figura 6.1);
- válvulas solenóides;
- indicadores de posição das válvulas hidráulicas.

O fornecimento de energia elétrica a este sistema é feito em 480 Vca através do quadro elétrico da geração principal e também por um conjunto retificador/carregador e banco de baterias em 24 Vcc.

5.9 - Tanques de Carga

A Unidade dispõe 13 tanques de carga e 2 tanques de armazenamento de resíduos oleosos ("slop tanks"), com capacidade para armazenar 64.896 metros cúbicos de óleo, conforme estabelece o Plano de Capacidade.

5.10 - Bombas e Redes de Carga e Descarga

A Unidade dispõe de um sistema capaz de efetuar a transferência de 50.000 m³ de óleo por dia, sendo composto dos seguintes equipamentos de carga e descarga:

- 3 bombas de carga com vazão de 1000 m³/h;
- 1 bomba de esgoto com vazão de 20 m³/h;
- 2 edutores de óleo com vazão de 200 m³/h;
- 1 aquecedor com vazão de 200 m³/h;
- linhas de carga de 300 mm;
- linhas de descarga e de transferência de óleo de 600 mm e de 350 mm; e
- mangote flutuante conectado à popa da Unidade para transferência de óleo ao navio aliviador, com 385 metros de comprimento.

5.11 - Tanques de Lastro

A Unidade dispõe de 5 tanques de lastro com capacidade total de 5.339 m³, conforme estabelece o Plano de Capacidade.

5.12 - Bombas e Redes de Lastro

Os seguintes equipamentos compõem o sistema de lastro:

- 1 bomba centrífuga com vazão de 125 m³/h;
- 1 bomba de limpeza com vazão de 125 m³/h;
- 2 edutores com vazão de 100 m³/h; e
- 4 caixas de mar.

10

5.13 - A Unidade dispõe do seguinte material de salvatagem

Os seguintes equipamentos compõem o sistema de lastro:

- 2 baleeiras com capacidade de 50 pessoas cada;
- 4 balsas salva-vidas infláveis com capacidade para 20 pessoas cada;
- 2 balsas salva-vidas infláveis com capacidade para 6 pessoas cada;
- 1 bote de resgate com capacidade para 6 pessoas;
- 25 bóias salva-vidas circulares; e
- 109 coletes salva-vidas.

6 - Análise dos Eventos

À zero hora do dia que antecedeu o evento em análise, sábado 12/10/2002, a P-XXXIV havia concluído operação de descarga dos tanques de armazenamento do óleo processado (operação de "offloading"). Todavia, visando manter a Unidade em condições de flutuabilidade e estabilidade adequadas, conforme previsto no Manual de Carregamento, Trim e Estabilidade,

permaneceram a bordo 6.400 m³ de óleo processado. Com a continuidade do funcionamento da planta de processo, no período compreendido entre o término da operação de "offloading" e o início do acidente, foram adicionados 8100 m³ de óleo aos tanques de carga, totalizando 14.500 m³.

De acordo com as entrevistas realizadas e os depoimentos das testemunhas, a planta de processo estava operando com capacidade reduzida, uma vez que a Unidade estava com os dois compressores da planta de processo paralisados para manutenção.

Para possibilitar um melhor entendimento dos eventos, a figura 6.1 apresenta uma representação esquemática dos sistemas elétrico, de automação e hidráulico, quando operando em condições normais. O código de cores adotado nessa figura e observado nas demais figuras subseqüentes foi a seguinte:

- a) vermelho: 120 Vca;
- b) azul: 24 Vcc;
- c) preto: 480 Vca;
- d) verde: óleo hidráulico;
- e) cinza: circuitos deserregizados;
- f) tracejado: sinais elétricos de comando ou leitura.

A abertura ou o fechamento das válvulas são comandados por intermédio da ECOS.

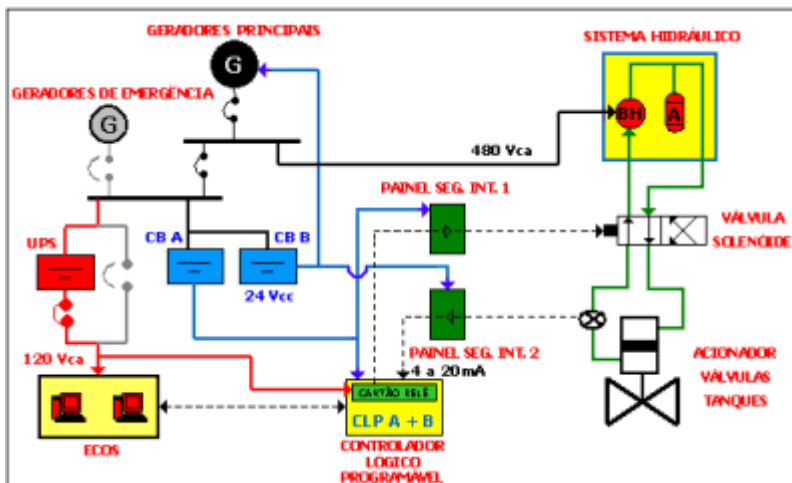


Figura 6.1

Na representação esquemática apresentada na figura 6.1, é importante salientar que o cartão relé do Controlador Lógico Programável (CLP) que manda o sinal da posição das válvulas para a ECOS é alimentado por 120 Vca, enquanto que outros cartões são alimentados por 24 Vcc. Esse ponto é crucial para o perfeito entendimento dos eventos que culminaram no adernamento da P-XXXIV.

6.1 - Oscilação de Tensão

Análise

Conforme mencionado no relatório da comissão interna da Petrobras, a causa inicial de todos os eventos que acabaram por culminar no adernamento da Unidade foi uma oscilação de tensão.

Com o objetivo de melhor esclarecer esse ponto, os peritos da ANP / DPC tentaram obter, junto às testemunhas e na análise da documentação disponível, maiores informações sobre o assunto, tendo observado que:

- a) em 28 de maio de 2002 ocorreu um incidente com a P-XXXIV que acarretou no "black out" da Unidade e na posterior evacuação do pessoal não essencial à Unidade, cuja causa inicial também foi uma oscilação de tensão;
- b) o Relatório de Tratamento de Anomalias gerado pela comissão que avaliou aquele incidente determinou a adoção de uma série de ações corretivas, algumas delas que ainda estavam sendo implementadas por ocasião do acidente ora avaliado;
- c) entre essas medidas ainda não implementadas constava a revisão dos reguladores de tensão dos 3 geradores principais, com data limite para sua implementação estabelecida para 30/10/2002. É importante ressaltar que uma eventual falha nesses reguladores pode causar uma oscilação tensão como a que iniciou a cadeia de eventos ora em análise;
- d) não foi informado nos testemunhos dos tripulantes o acionamento de qualquer consumidor de grande capacidade que pudesse provocar uma oscilação na tensão. Com relação a esse aspecto é conveniente ressaltar que um dos depoentes afirmou que estavam tentando partir o compressor "booster" da planta de processo, o qual também apresentou problemas momentos antes da queda da geração de energia principal; e
- e) o sistema elétrico foi verificado na fase de projeto e testado antes da entrega da P-XXXIV, encontrando-se de acordo com os requisitos estabelecidos pela Sociedade Classificadora da Unidade (LRS), a qual declarou que não tinha conhecimento de qualquer modificação na Unidade que pudesse alterar essa condição.

Identificação de não conformidades

Não foram observadas não conformidades no sistema de geração de energia principal. Entretanto, a ocorrência de dois incidentes provocados por oscilações de tensão na Unidade implicaram em situações de grande risco, resultando numa evacuação do pessoal não essencial e num abandono da P-XXXIV. A ocorrência desses fatos em curto espaço de tempo, sinalizam a provável existência de problemas nesse sistema e/ou nos equipamentos a ele associados.

6.2 - Falha do Retificador/Carregador de Baterias "B"

Análise

Em função da variação de tensão da geração principal mencionada no item anterior, às 14:48 h do dia 13/10/2002, ocorreu uma falha no sistema de geração de energia de 24 Vcc, especificamente no retificador/carregador do banco de baterias "B", equipamento vital para o funcionamento do painel de controle dos geradores principais e de emergência e do painel de condicionamento de sinal de posição das válvulas hidráulicas das barreiras de segurança intrínseca.

Conforme pode ser verificado na figura 6.2, a queda do retificador/carregador do banco de baterias "B" não acarretou em qualquer problema no funcionamento normal da Unidade, uma vez o disjuntor de interligação (TIE) no quadro de distribuição de corrente contínua (QCC-514001) foi fechado automaticamente, fazendo com que o retificador/carregador do banco de baterias "A" assumisse automaticamente todas as suas cargas de 24 Vcc, incluindo aquelas normalmente alimentadas pelo barramento "B".

Identificação de não conformidades

Em condições normais de operação as variações de tensão na rede de geração principal não podem causar falhas ou avarias nos equipamentos de bordo, especialmente naqueles que constituem sistemas essenciais para a operação da Unidade.

6.3 - Falha do Conjunto UPS "A"

Análise

Dois minutos mais tarde, às 14:50 h, foi constatado um alarme de falha do conjunto UPS "A", destinado ao fornecimento ininterrupto de energia elétrica para as estações de controle do sistema ECOS, responsável pelo monitoramento e controle de todas as atividades operacionais da Unidade, inclusive a abertura e o fechamento das válvulas dos tanques de carga e de lastro. Devido a esta falha, o suprimento de energia elétrica às estações do sistema ECOS alimentadas pela UPS "A" passou a ser efetuado automaticamente pelo ramo transformador/abaixador/estabilizador, alimentado exclusivamente pelo barramento da geração principal, conforme também indicado na figura 6.2.

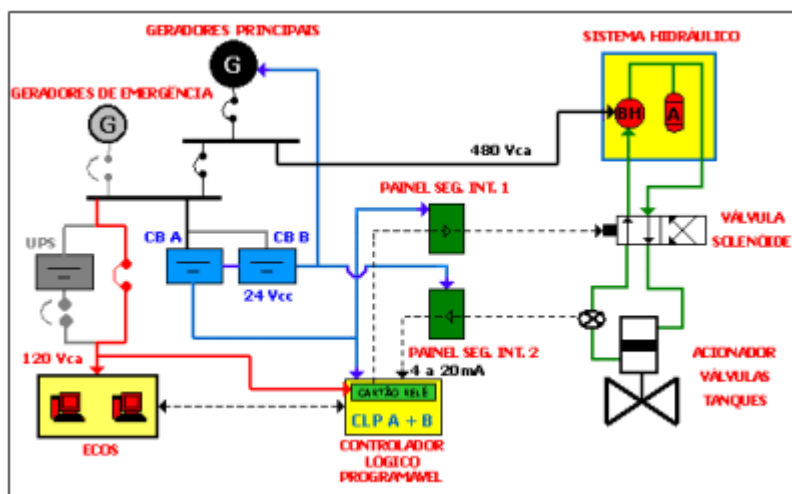


Figura 6.2

Identificação de não conformidades

De acordo com depoimentos de tripulantes da P-XXXIV, as UPS vinham apresentando problemas com frequência além do normal, tendo sido alvo de reparos pelo fabricante do equipamento em agosto de 2002, bem como na véspera do acidente.

6.4 - Intervenção no Retificador/Carregador de Baterias "B"

Análise

Identificado o alarme do retificador/carregador de baterias "B", os técnicos da Unidade iniciaram a intervenção no equipamento. Nessa intervenção o disjuntor de 24 Vcc foi desligado, acarretando que as baterias não pudessem mais suprir energia para os consumidores acoplados àquele banco, caso o outro retificador/carregador fosse desconectado como ocorreu posteriormente. Outro problema ocorrido nessa intervenção foi que a chave de seleção de operação estava na posição automática e deveria ter sido colocada na posição manual e o disjuntor de alimentação de 480 Vca também deveria ter sido aberto.

É importante ressaltar que não foram apresentados procedimentos específicos para todas as rotinas de manutenção nos retificadores/carregadores de baterias, não sendo possível afirmar que os operadores estavam atuando em desacordo com os procedimentos estabelecidos. Com relação ao assunto é ainda conveniente ressaltar que, de acordo com a "Lista de Tarefas de Manutenção (Job Description) para o Carregador de Baterias (CBA-1000/C) 24 Vcc" alguns serviços eram executados por pessoal externo à plataforma, diminuindo a familiaridade do pessoal de bordo com o equipamento.

14

Em decorrência da chave de seleção de operação estar na posição automática, quando houve a retirada do cartão de alarme de falha do equipamento para manutenção, a lógica do sistema "interpretou" que o retificador/carregador "B" estava em condição normal de operação, fazendo com que o disjuntor de interligação (TIE) no quadro de distribuição de corrente contínua (QCC-514001) voltasse automaticamente para a posição aberta, interrompendo a energização do barramento "B" através do retificador/carregador "A". Como o disjuntor de 24 Vcc do retificador/carregador "B" tinha sido aberto, as baterias não puderam suprir o barramento "B", ocorrendo a interrupção do fornecimento de energia elétrica para os seus respectivos consumidores, incluindo os painéis dos geradores principais. Como consequência, ocorreu a desenergização dos painéis de controle dos geradores principais e a queda da geração principal, às 15:21 h. A figura 6.3 apresenta uma representação esquemática desses eventos.

Identificação de não conformidades

A intervenção incorreta para reparo do retificador/carregador de baterias "B" acarretou na queda da geração principal da Unidade. Este procedimento foi executado incorretamente pela conjunção dos seguintes fatores:

- insuficiência nos procedimentos escritos existentes na Unidade;
- problemas na identificação de componentes do sistema;
- falta de adequado treinamento dos técnicos envolvidos na faina;
- pouca familiaridade com o equipamento do operador que tentou efetuar a sua manutenção corretiva;
- falha na lógica do sistema de controle do retificador/carregador de baterias, que "interpretou" que o equipamento estava em condição normal de operação quando houve a retirada do cartão de alarme de falha do equipamento.

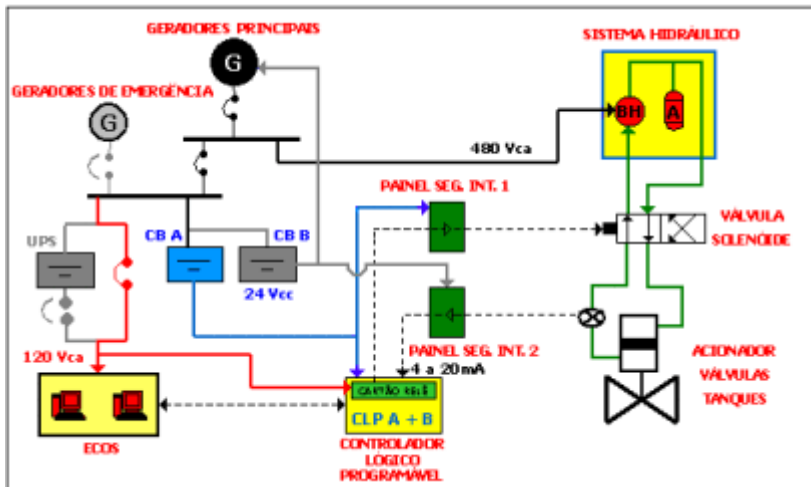


Figura 6.3

6.5 - Queda da Geração de Energia Principal

Análise

Com a desenergização dos painéis de controle dos geradores principais em operação (geradores "B" e "C") ocorreu a queda da geração principal, às 15:21 h. Este fato causou a desenergização de vários equipamentos importantes para operação da Unidade, ressaltando-se o sistema ECOS, as bombas da unidade hidráulica do sistema de controle das válvulas dos tanques de carga e lastro e o compressor de ar para partida dos geradores principais. O cartão relé do Controlador Lógico Programável (CLP), indicado na figura 6.4, ficou também desenergizado com a queda da energia principal e com a falha da UPS "A". Com esse cartão sem energia não é possível comandar a abertura ou o fechamento das válvulas dos tanques por intermédio da ECOS.

A figura 6.4 apresenta a representação esquemática desses eventos, sendo conveniente ressaltar que os consumidores alimentados pelo retificador/carregador "A", continuaram energizados por intermédio do banco de baterias.

Cabe salientar que o terceiro gerador principal (gerador "C") encontrava-se inoperante, sofrendo manutenção preventiva programada de 20.000 horas de operação.

Identificação de não conformidades

Não foram constatadas não conformidades na queda da geração principal, pois a mesma foi consequência da queda do suprimento de energia em 24 Vcc.

Os sistemas de bordo que foram desenergizados por serem dependentes apenas da energia proveniente da geração principal, não contrariam os requisitos estabelecidos em códigos e convenções internacionais aplicáveis ao FPSO.

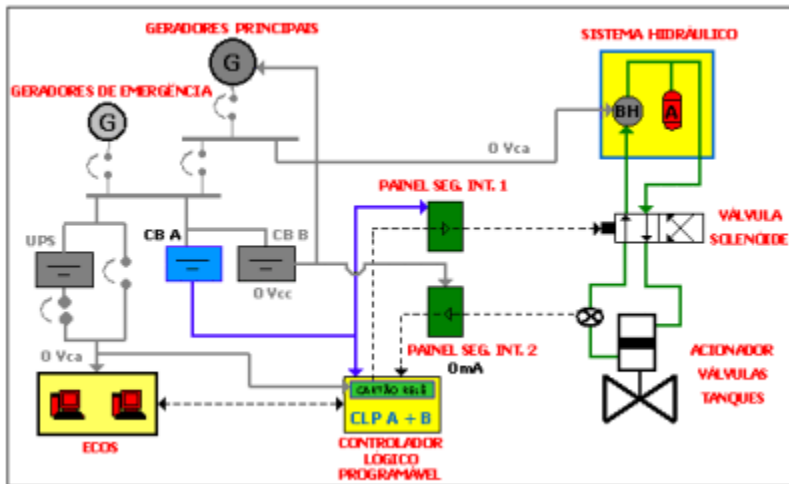


Figura 6.4

6.6 - Parada das Estações ECOS

Análise

Em decorrência da falha do conjunto UPS "A" descrita em 6.3 e da queda da geração principal descrita em 6.5, as estações "master" (B e E) e uma estação "slave" da ECOS foram desenergizadas, ficando a Unidade sem o principal equipamento de controle de suas atividades.

16

Identificação de não conformidades

Diferentemente do arranjo previsto no projeto da P-XXXIV, as 2 estações "master" da ECOS estavam sendo alimentadas pelo mesmo conjunto do Sistema Ininterrupto de Energia - UPS "A". Tal modificação foi realizada ao longo dos anos de operação da Unidade sem que fosse percebida.

Com a desenergização das estações "master", as 2 estações "slaves" que permaneceram energizadas pela UPS "B" não mais recebiam informações atualizadas das operações de campo na sala de controle, inclusive da posição das válvulas das redes de carga, descarga e lastro. Essas duas estações "slaves" ficaram "congeladas", exibindo apenas as informações recebidas até a queda das estações "master" e assim permanecendo até a reinicialização da ECOS descrita em 6.8.

Caso uma das estações "master" estivesse sendo alimentada pela UPS "B", como previa o projeto da Unidade, os operadores da sala de controle continuariam recebendo as informações de campo e poderiam ter verificado o início do evento de abertura das válvulas das redes de carga, descarga e lastro, como descrito mais adiante.

6.7 - Entrada em Funcionamento do Gerador de Emergência "A"

Análise

Com a queda da geração principal o painel remoto do CLP envia sinal para partida dos geradores de emergência "A" e "B". Como o painel de controle do gerador de emergência "B" era alimentado pelo retificador/carregador de Baterias "B" que se encontrava inoperante, como descrito em 6.4, o gerador de emergência "B" não entra imediatamente em funcionamento. Desta forma, o gerador de emergência "A" parte e assume as cargas essenciais em intervalo inferior a 45 segundos, como estabelece a regra 5.3.8.3 MODU Code/89. A representação esquemática dos eventos é representada na figura 6.5.

Identificação de não conformidades

Os painéis de controle dos geradores de emergência são alimentados por um painel de serviços gerais de 24 Vcc da Unidade. Esses painéis devem possuir sistema dedicado de fornecimento de energia em 24 Vcc, possibilitando a partida destes equipamentos em caso de queda do sistema geral de 24 Vcc da Unidade. Tal constatação já havia sido feita pela Petrobras quando da ocorrência do "black-out" em 28 de maio de 2002, mas a data estabelecida pela empresa para implementação desta ação corretiva era 29 de novembro de 2002. Tal sistema havia sido instalado apenas no gerador de emergência "A".

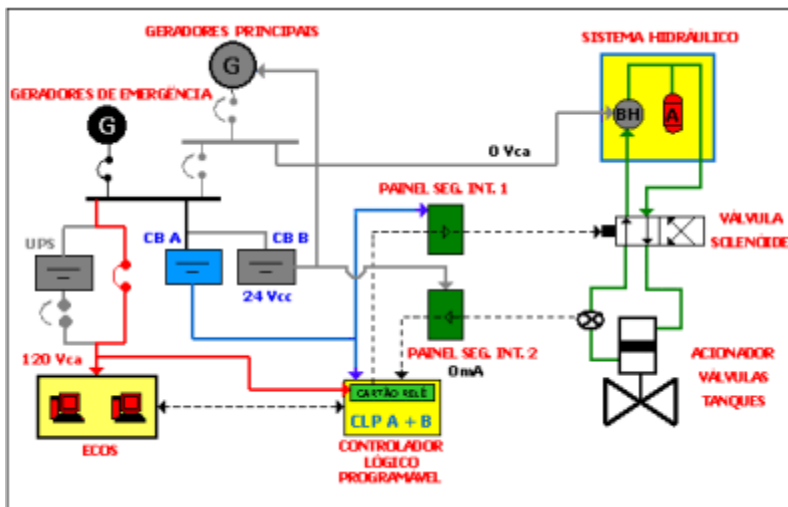


Figura 6.5

6.8 - Reinicialização das Estações ECOS

Análise

Com a entrada em funcionamento do gerador de emergência "A", cerca de 40 segundos após a queda da geração principal, as estações "master" da ECOS foram energizadas e entraram em processo de reinicialização, tornando-se operativas em aproximadamente 11 minutos após a queda. Somente após transcorrido este período os operadores da sala de controle tiveram a precisa informação do evento que estava ocorrendo a bordo.

Identificação de não conformidades

Na reinicialização das estações ECOS não foram observadas não conformidades.

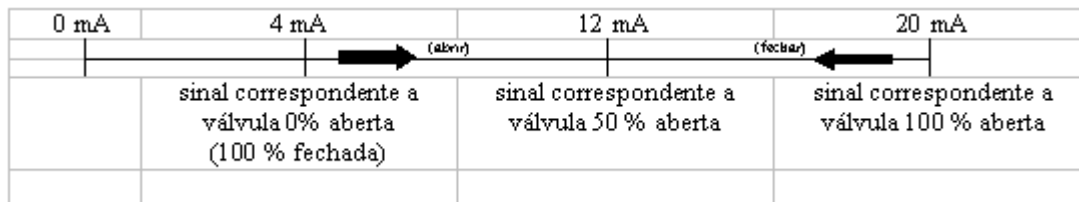
6.9 - Atuação do Sistema Hidráulico de Controle das Válvulas

Análise

Com o isolamento do retificador/carregador de baterias "B" de 24 Vcc, o painel de segurança intrínseca 2, que condiciona o sinal de posição das válvulas hidráulicas, ficou desenergizado, fazendo com que o CLP "recebesse" um sinal equivalente a 0mA. Em contrapartida, o painel de segurança intrínseca 1, que comanda a abertura e fechamento das válvulas permaneceu energizado pelo retificador/carregador de baterias "A" de 24 Vcc, permitindo que o sinal de comando fosse transmitido para as solenóides que comandam o acionamento das válvulas.

Com a partida do gerador de emergência e o restabelecimento da energia de 120 Vca, o cartão relé no CLP volta a ser alimentado, possibilitando o Controlador Lógico Programável enviar os sinais de abertura ou fechamento das válvulas dos tanques em função dos comandos recebidos.

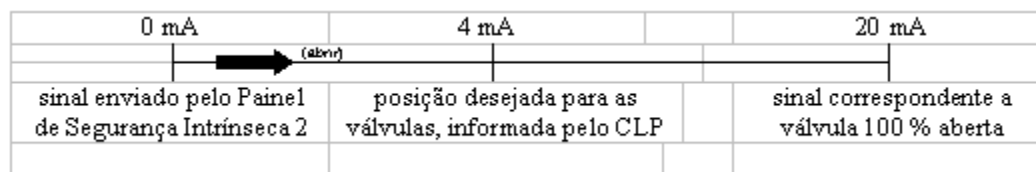
A lógica existente no CLP para interpretação dos sinais oriundos do painel de segurança intrínseca 2 para condicionamento do sinal de posição das válvulas hidráulicas funcionava de modo a identificar sinais elétricos de 4 mA correspondendo a posição de válvula totalmente fechada, sinais de 20 mA correspondendo a posição de válvula totalmente aberta e valores intermediários correspondendo a percentuais de abertura. O esquema a seguir ilustra esta interpretação:



A lógica do sistema para abertura e fechamento das válvulas dos tanques funciona da seguinte forma:

- a) inicialmente verifica qual é a posição da válvula, mediante leitura do sinal elétrico enviado pelo sensor de posição;
- b) em seguida, compara a posição atual da válvula com a posição desejada;
- c) caso a posição desejada não coincida com a posição atual, o sistema envia um sinal de comando de abertura ou fechamento da válvula.

Durante o incidente, ao receber um sinal correspondente a 0 mA, a lógica existente no CLP "entendeu" que as válvulas se encontravam na posição equivalente a menos 25 % aberta. Como a posição desejada para essas válvulas era igual a 4 mA (0 % aberta ou 100% fechada), o sistema enviou o sinal de comando para atingir essa condição. Conforme pode ser observado no esquema abaixo, esse sinal correspondia a abertura das válvulas. Essa ação foi repetida para cada uma das válvulas dos tanques de carga e de lastro, comandando inadvertida e inadequadamente a abertura de todas elas.



A abertura das válvulas foi executada pelos acumuladores de óleo hidráulico do sistema que comanda as válvulas, tendo em vista que as bombas da unidade hidráulica encontravam-se desenergizadas pela queda da geração principal.

Cabe salientar que não existe comando manual ou automático que determine a abertura de todas as válvulas dos tanques de carga e de lastro, no sistema de controle.

A representação esquemática dessa situação é apresentada na figura 6.6, a seguir.

Identificação de não conformidades

Não foram observadas não conformidades no funcionamento do Sistema Hidráulico de Controle das Válvulas.

A falha observada neste evento deve-se à lógica existente no Controlador Lógico Programável (CLP) para interpretação dos sinais oriundos do Painel de Segurança Intrínseca 2. Tal lógica não previa a identificação de sinais menores do que 4 mA ou maiores do que 20 mA como representativos de falha do sistema, configurando uma ausência de controle das condições de contorno na elaboração da lógica.

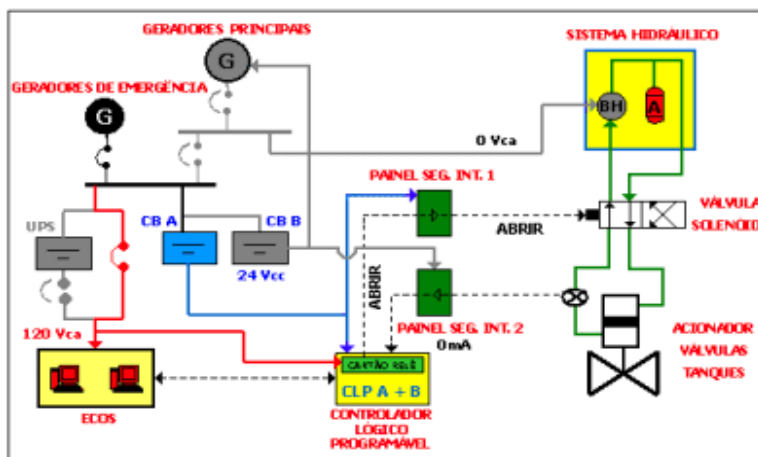


Figura 6.6

6.10 - Tentativa de Restabelecer a Geração Principal

Análise

Desde que a geração principal da Unidade foi perdida, foram várias as tentativas para dar partida aos 2 geradores principais que se encontravam operativos, sem que houvesse sucesso. O sistema de ar comprimido para partida dos geradores foi esgotado e, como o compressor de ar para partida destes geradores era energizado apenas pelo painel principal de distribuição de energia elétrica, este equipamento não pôde ser utilizado.

A equipe que efetuou o resgate da Unidade informou que não teve nenhuma dificuldade em restabelecer a geração de energia principal, após o retorno da Unidade à condição normal de flutuação, sem banda excessiva. Os operadores esgotaram a garrafa de ar comprimido para partida dos geradores antes que fosse identificado o motivo que impossibilitava a partida. A garrafa de ar comprimido, apesar de atender as regras aplicáveis, segundo informado pela

Sociedade Classificadora da P-XXXIV, apresenta capacidade aparentemente reduzida para as dimensões e quantidade dos moto-geradores. Essa garrafa pode ser visualizada na figura 6-7.

Identificação de não conformidades

Não foi comprovada a existência de não conformidades neste evento. Embora não se configurem como não conformidades, devem ser avaliados os seguintes tópicos observados nesse evento:

- a) viabilidade prática do compressor de ar para partida dos geradores principais ser dependente da própria geração de energia elétrica principal, não permitindo sua energização imediata através da geração elétrica de emergência;
- b) capacidade da garrafa de ar de partida dos motores; e
- c) procedimentos e treinamento dos operadores para partida dos geradores principais em condições de emergência.



Figura 6.7

6.11 - Tentativa de Executar o "Back Feeding"

Análise

Por terem sido desenergizadas as 2 estações "master" da ECOS com a queda da geração principal, somente 11 minutos depois, quando a reinicialização da ECOS foi concluída, os operadores tiveram a informação de que todas as válvulas de carga, descarga e lastro da Unidade estavam abertas. O comando para fechamento das válvulas através da ECOS foi ineficaz, pois o sistema hidráulico de controle das válvulas, dependente da geração principal, permanecia desenergizado e os acumuladores de óleo hidráulico do sistema que comanda as válvulas haviam sido esgotados quando da abertura das mesmas.

A única maneira de energizar o sistema hidráulico de controle das válvulas, uma vez que não se conseguiu partir os geradores principais, era através da operação de "back feeding", que consiste na energização de sistemas e equipamentos ligados ao painel principal de distribuição de energia elétrica utilizando a geração de energia de emergência. Quando os técnicos da P-XXXIV tentaram executar esta manobra, a Unidade já se encontrava com elevado grau de

adernamento, em função do tempo transcorrido entre a abertura das válvulas e a verificação da necessidade de energizar o sistema hidráulico de controle das válvulas.

Desta forma, as tentativas de execução da manobra foram infrutíferas, sendo que a única explicação plausível para esse insucesso reside no fato de que o acionamento do "back feeding" necessita que a chave seja comprimida em direção ao painel antes de ser girada. Acredita-se, sem que tal hipótese tenha sido comprovada, que na situação em que foi tentada a manobra, os operadores não conseguiram acionar corretamente a chave (figura 6-8).

Identificação de não conformidades

A não conformidade observada está relacionada com o insucesso na conclusão da manobra de "back feeding". Apesar de termos que levar em consideração que a manobra foi tentada com a Unidade estando com elevado grau de banda, deve-se observar que:

os procedimentos escritos para execução desta tarefa, afixados no painel de cargas essenciais, são insuficientes; e
o treinamento dos técnicos envolvidos não havia sido suficientemente abrangente.



Figura 6.8

6.12 - Fechamento Manual das Válvulas

Análise

Com o retorno das estações "master" da ECOS e a constatação de que todas as válvulas estavam abertas e de que a pressão hidráulica nos acumuladores no sistema de controle das válvulas havia sido esgotado, uma equipe de técnicos da Unidade foi deslocada para o convés principal a fim de executar o fechamento das válvulas utilizando bombas hidráulicas manuais (ver figura 6-9). De acordo com os depoimentos foram fechadas 5 das 66 válvulas indevidamente abertas. A grande inclinação para bombordo ocasionando deslocamento de materiais no convés e colocando em risco a integridade física dos componentes dessa equipe dificultou a manobra de fechamento manual das válvulas.

Identificação de não conformidades

Não foram verificadas não conformidades neste evento. Cabe ressaltar que a ação corajosa de componentes da tripulação evitou que a Unidade atingisse ângulos de adernamento ainda maiores do que os 34 graus observados, garantindo uma condição estável para a P-XXXIV.



Figura 6.9

6.13 - Adernamento da P-XXXIV

22

Análise

No dia do acidente a Unidade operava com banda residual de aproximadamente 1 grau para bombordo. Esta condição facilita o escoamento de água e resíduos provenientes da limpeza do convés principal para o tanque de resíduos ("slop tank"), evitando seu derramamento para o mar.

Com a abertura indevida das válvulas de interligação dos tanques e a inclinação de 1 grau da Unidade para bombordo, os fluidos armazenados nos tanques de boreste foram progressivamente transferidos para os tanques centrais e laterais de bombordo, provocando o gradual adernamento da Unidade. A posição final de estabilização foi de aproximadamente 34 graus (figuras 6-10 e 6-11).

Identificação de não conformidades

Não foram observadas não conformidades neste evento.



Figura 6.10



Figura 6.11

6.14 - Abandono da P-XXXIV

Análise

Tendo em vista o elevado grau de adernamento da Unidade e os riscos advindos desta condição, às 15:38 h o GEPLAT acionou o alarme de emergência da P-XXXIV e o Plano de Emergência da Bacia de Campos. O desembarque da P-XXXIV foi executado em 2 etapas.

Na primeira fase as pessoas não envolvidas nas operações de emergência se encaminharam para a baleeira de bombordo. Desta forma, 49 pessoas desembarcaram às 15:50 h.

As tentativas de retomar o controle operacional da Unidade prosseguiram até que, às 16:00 h, o gerente da Unidade determinou o abandono total da P-XXXIV. Como a inclinação para bombordo já era de aproximadamente 28 graus, a utilização da baleeira de boreste não era mais possível e os tripulantes que ainda permaneciam a bordo se deslocaram para bombordo e iniciaram o abandono, com o emprego das balsas salva-vidas infláveis lançadas do Posto de Abandono 2, a bombordo.

Após se jogarem no mar, alguns membros da tripulação nadaram em direção aos navios de apoio que já se encontravam nas proximidades ao invés de embarcarem nas balsas infláveis lançadas.

Cabe ressaltar que todos os tripulantes da P-XXXIV foram resgatados sem ferimentos.

Identificação de não conformidades

A precipitação no manuseio das balsas salva-vidas infláveis provocou a queda da segunda balsa lançada ao mar dentro da primeira, que já havia sido inflada.

A falta de condicionamento levou alguns tripulantes a se jogarem na água e nadarem até serem resgatados, não utilizando as balsas salva-vidas infláveis como deveria ter sido feito.

Outra não conformidade está relacionada ao fato da baleeira de bombordo que havia sido lançada ao mar não ter retornado para rebocar as balsas salva-vidas infláveis, sendo esta uma de suas funções dentro da faina de abandono de uma instalação marítima.

Fato importante também constatado nos depoimentos dos tripulantes está relacionado com o mangote flutuante de "offloading". Na posição em que ele se encontrava no momento do abandono, tripulantes que utilizaram as balsas infláveis afirmaram que o mangote atrapalhava o deslocamento das balsas para um local distante da P-XXXIV. Devido ao fato do mesmo possuir incrustações (figura 6-12) que poderiam furar as balsas salva-vidas infláveis em caso de contato, uma delas foi utilizada como defesa da outra, enquanto os ocupantes da balsa tentavam remar para se afastarem da Unidade. Cabe registrar que no dia em que a Comissão de Investigação esteve a bordo da P-XXXIV para acompanhar a simulação do acidente, 29/11/2002, foi constatado o posicionamento inadequado do referido mangote.



Figura 7.1

7 - Simulação dos Eventos

7.1 - Considerações Iniciais

Com objetivo de comprovar as hipóteses assumidas para justificar o adernamento da embarcação, em 29 de novembro foi efetuada uma simulação a bordo dos eventos ocorridos, conduzida pelos técnicos da Petrobras e que contou com a presença de representantes desta Comissão, da Sociedade Classificadora da Unidade, Lloyd's Register, e da Brasil Salvage como representante da companhia de seguros.

Em virtude da Unidade ainda se encontrar com óleo e lastro nos tanques, houve a preocupação de desconectar os comandos das válvulas de transferência, evitando que o sinal de abertura das válvulas efetivamente acarretasse na sua abertura. Além disso, as duas estações "master" da ECOS ficaram energizadas por barramentos diferentes, impedindo que a queda de um deles resultasse na perda do controle da Unidade por aquele sistema. Fora esses dois detalhes, a simulação foi conduzida de forma exatamente igual ao que foi verificado no dia do acidente.

A equipe foi dividida em dois grupos, sendo que uma parte ficou na Sala de Controle e a outra no Compartimento dos Carregadores de Baterias, mantendo contato constante via rádio. Tal procedimento possibilitou atestar a ocorrência dos eventos na seqüência informada a seguir.

7.2 - Procedimento

No dia da simulação a Unidade se encontrava com dois geradores principais em funcionamento. A corrente de 24 Vcc era fornecida normalmente pelos dois retificadores/carregadores de baterias ("A" e "B"), com o disjuntor de interligação (TIE) no quadro de distribuição de corrente contínua (QCC-514001) aberto. A chave de seleção de operação estava na posição automática.

Em seguida foi simulada uma falha do retificador/carregador de baterias "B" (CB-514001), através da abertura do disjuntor de alimentação de 480 Vca no painel desse equipamento. (ver figura 7.1). Nesse instante a estação ECOS acusou a falha do equipamento e, imediatamente, houve a comutação automática do disjuntor de interligação (TIE) no quadro de distribuição de corrente contínua, fazendo com que o barramento "B" fosse alimentado, sem qualquer interrupção, pelo retificador/carregador de baterias "A".

O próximo passo foi simular a tentativa de manutenção corretiva no cartão do alarme de falha do carregador de baterias. A exemplo do ocorrido no dia do acidente, foi desligado o disjuntor de 24 Vcc (ver figura 7.1). Tal procedimento acarretou que o conjunto de baterias "A" ficasse isolado, sem possibilidade de energizar o barramento associado. Quando se retirou o cartão do alarme no painel (figura 7.1), ocorreram os seguintes eventos:

- a) o disjuntor de interligação (TIE) voltou automaticamente para a posição em que o barramento "B" não era mais alimentado pelo retificador/carregador de baterias "A";
- b) como as baterias estavam isoladas pela abertura do disjuntor de 24 Vcc, todo o barramento "A" ficou desenergizado; e
- c) imediatamente foi constatada a queda da geração de energia principal.

Durante a simulação foram acompanhados os registros dos eventos na ECOS alimentada pelo barramento da UPS que não foi desalimentada.

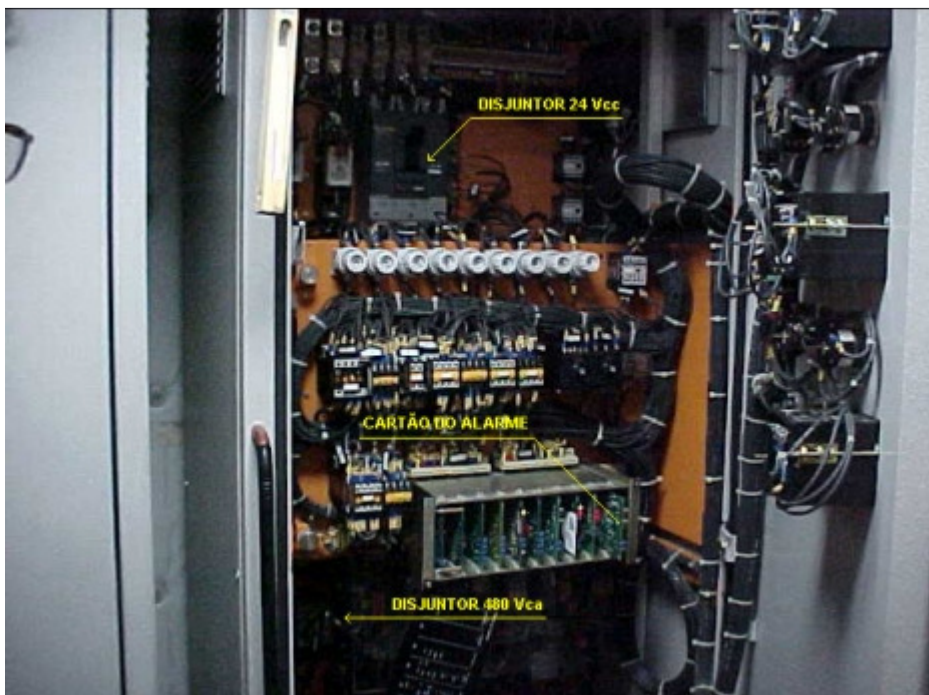


Figura 7.1

Cerca de 30 segundos após a queda da geração de energia principal ocorreu a entrada dos geradores de emergência.

Até a entrada dos geradores de emergência, a estação da ECOS que ficou com a "tela de carregamento" (tela que apresenta a condição das válvulas dos tanques de carga) durante toda a simulação, indicava uma condição correspondente a todas as válvulas fechadas (ver figura 7.2).

Quando o gerador de emergência entrou em funcionamento, constatou-se na tela da estação ECOS correspondente à apresentada na figura 7.3, um sinal correspondente a menos 25% aberta, corroborando a hipótese assumida para justificar a abertura das válvulas.

Na partida do gerador de emergência também se observou que a pressão nos acumuladores hidráulicos de comando das válvulas caiu, indicando que eles estavam atuando para efetuar a abertura das válvulas. A figura 7-4 apresenta a situação dos acumuladores antes da partida do gerador de emergência enquanto que a figura 7-5 apresenta a condição após a partida do mesmo.

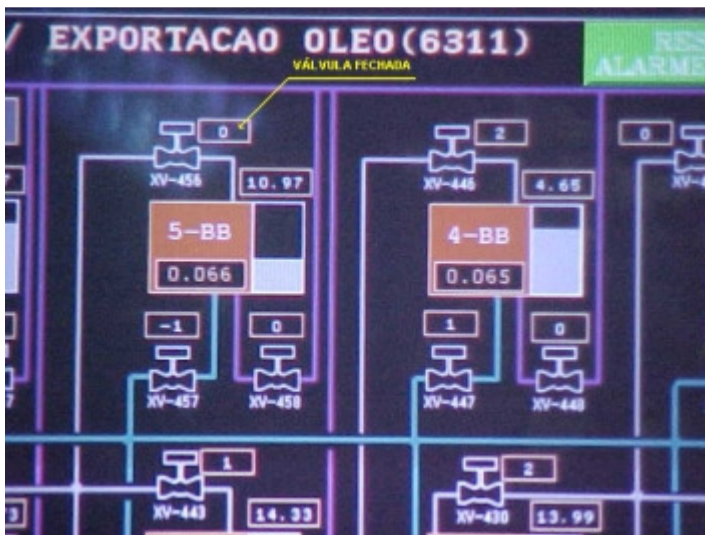


Figura 7.2

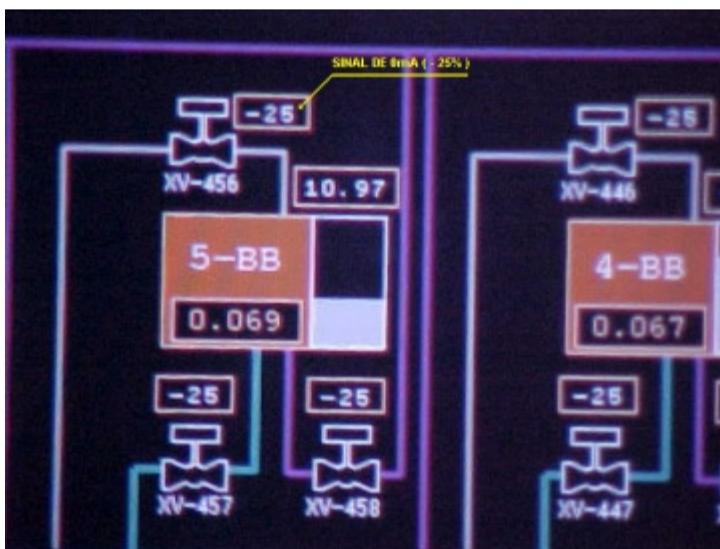


Figura 7.3



Figura 7.4



Figura 7.5

7.3 - Conclusão da Simulação

A simulação realizada a bordo da P-XXXIV pela equipe da Petrobras e acompanhada pelos componentes desta Comissão confirmou a ocorrência dos eventos como anteriormente descritos, bem como permitiu que fosse efetuado o registro eletrônico e fotográfico dos parâmetros que evidenciaram a seqüência desses eventos.

8 - Conclusões e Recomendações

A investigação realizada por esta Comissão acerca do acidente com a P-XXXIV conduziu à identificação de não conformidades quanto a procedimentos regulamentares de operação, manutenção e de projeto, descritas em detalhes no item 6 deste relatório. Felizmente o acidente não resultou em vítimas nem em derramamento de óleo no mar.

A simulação do acidente efetuada a bordo em 29 de novembro de 2002, descrita no item 7 deste relatório, permitiu a comprovação das hipóteses assumidas para justificar o adernamento da Unidade, bem como possibilitou a esta Comissão descartar a existência de um comando operacional que possibilite que a ação de um operador, seja de maneira inadvertida, imprecisa ou intencional, resulte na abertura indevida das válvulas de interligação dos tanques, permitindo a transferência dos fluidos para bombordo.

O quadro delineado evidencia deficiências no sistema de gestão da segurança operacional das atividades marítimas de petróleo e gás natural da Petrobras na condução das atividades específicas à plataforma P-XXXIV.

A Comissão de Investigação ANP/DPC recomenda que sejam adotadas pela Petrobras as seguintes medidas, antes do reinício das operações de produção com a P-XXXIV:

- 8.1 - Revisão dos Manuais de Procedimentos e Intensificação dos Treinamentos
- 8.2 - Auditoria do Sistema Elétrico
- 8.3 - Controlador Lógico Programável (CLP)
- 8.4 - Revisão das UPS
- 8.5 - Lógica dos Retificadores/Carregadores de Baterias
- 8.6 - Identificação de Equipamentos
- 8.7 - Sistema de Ar Comprimido
- 8.8 - Mangote de "Offloading"
- 8.9 - Adernamento da P-XXXIV
- 8.10 - Avaliação Estrutural

8.1 - Revisão dos Manuais de Procedimentos e Intensificação dos Treinamentos

Apesar das ações, em sua quase totalidade, terem sido tomadas em uma situação de forte pressão psicológica, devido ao elevado risco pessoal e em condições extremamente desconfortáveis de trabalho, esta Comissão considera necessária a revisão e/ou elaboração de procedimentos e o incremento do treinamento dos tripulantes da Unidade nos pontos abaixo identificados:

- a) reparo e manutenção do retificador/carregador de baterias do sistema de geração de energia de 24 Vcc;
- b) execução da manobra de "Back feeding";
- c) exercícios gerais de emergência, incluindo lançamento de balsas salva-vidas infláveis e utilização das baleeiras; e
- d) exercícios gerais prevendo a queda seqüenciada de sistemas e equipamentos vitais para a Unidade, tais como geração principal de energia, sistemas de automação e controle, sistema de estabilidade e lastro, de modo a simular situações críticas de emergência a bordo. Tais exercícios deverão prever o encadeamento dos eventos resultando em exercícios gerais de abandono;
- e) inclusão dos exercícios gerais descritos em (c) e (d) na Tabela de Postos de Emergência (Tabela Mestre), com identificação de responsabilidades individuais e coletivas para cada função atribuída.

8.2 - Auditoria do Sistema Elétrico

A causa primária dos acontecimentos que resultaram no adernamento da P-XXXIV foi uma oscilação na tensão gerada pelos geradores principais, que acarretou a avaria do retificador/carregador de Baterias "B" e na falha de funcionamento do Sistema Ininterrupto de Energia - UPS "A".

É importante registrar que no incidente ocorrido em 28 de maio de 2002, a causa primária dos eventos que acabaram culminando no “black out” da Unidade também foi uma oscilação na tensão gerada pelos geradores principais.

Apesar de pequenas oscilações de tensão serem usuais em unidades marítimas, a ocorrência de dois eventos sucessivos, em curto espaço de tempo, com amplitude tal que acarretaram em falhas graves nos sistemas alimentados, indicam uma possível disfunção nos moto-geradores principais, nos sistemas de controle da geração de energia e/ou até na compatibilidade entre os equipamentos utilizados.

Por outro lado, a Sociedade Classificadora da P-XXXIV, Lloyd's Register, afirma que todo o sistema de geração de energia é relativamente novo (cerca de 20.000 h), que atendeu integralmente aos rígidos testes exigidos antes do início de operação da Unidade e que vem sofrendo regularmente as inspeções e manutenções exigidas nas regras aplicáveis, sem qualquer deficiência verificada que não tenha sido prontamente corrigida.

As diligências efetuadas por esta Comissão não permitiram avaliar a adequabilidade dos componentes do sistema de geração de energia da Unidade, por se encontrarem fora do escopo da presente investigação.

Considerando também a necessidade da verificação das causas das duas oscilações de tensão ocorridas e que ocasionaram situações de elevado risco para a Unidade, esta Comissão recomenda que a Sociedade Classificadora da P-XXXIV efetue uma revisão de todo o sistema de geração de energia elétrica principal. Esta revisão deverá ainda incluir a reavaliação do Balanço Elétrico, com a identificação de eventuais consumidores instalados após a entrega e o comissionamento da Unidade.

29

A Comissão de Investigação julga também indispensável a implementação de todas as ações corretivas apontadas no Relatório de Tratamento de Anomalias resultante do incidente que causou o “black out” da Unidade em 28/05/2002.

Além disso, deverão ser efetuados na P-XXXIV todos os testes previstos para a entrada em operação de uma unidade nova, sendo que a presente Comissão recomenda que a Unidade não reinicie as operações de produção de petróleo e gás natural antes da conclusão dos testes e da emissão de laudo pela Sociedade Classificadora da P-XXXIV, comprovando a regularidade dos sistemas em questão.

8.3 - Controlador Lógico Programável (CLP)

Ficou evidenciado que a lógica utilizada pelo CLP para controle das válvulas hidráulicas deverá ser modificada, de modo a evitar a interpretação incorreta de sinais fora da faixa de trabalho (menores que 4 mA ou maiores que 20 mA) oriundos do painel de segurança intrínseca para condicionamento do sinal de posição das válvulas hidráulicas. Tais sinais não devem ser interpretados como um comando para atuação das válvulas.

8.4 - Revisão das UPS

A investigação mostrou que o conjunto de transformador/abaixador/estabilizador de tensão do equipamento UPS responsável pela alimentação de sistemas vitais para os controles e operações de bordo, é sensível à variação de tensão como a que deu início à cadeia de eventos do acidente.

De acordo com depoimentos de tripulantes da P-XXXIV, as UPS vinham apresentando problemas com frequência além do normal, tendo sido alvo de reparos pelo fabricante do equipamento inclusive na véspera do acidente. Pelo exposto, esta Comissão é de parecer que a Petrobras deva efetuar uma completa revisão de todas as UPS existentes na Unidade, de modo a assegurar maior confiabilidade e garantia do suprimento de energia para os sistemas vitais.

8.5 - Lógica dos Retificadores/Carregadores de Baterias

A Comissão considera necessária a correção da lógica dos retificadores/carregadores de baterias que alimentam sistemas essenciais, tais como painéis controladores de geradores, de modo a evitar que intervenções eventualmente óbvias no equipamento resultem na interpretação pela lógica do sistema de que o problema tenha sido resolvido.

No evento analisado a simples remoção de um cartão de circuito impresso, cujo "led" indicava estar com problema, resultou na interpretação de solução da falha evidenciando a inadequação dessa lógica.

30

8.6 - Identificação de Equipamentos

Pelo menos duas falhas que contribuíram para o adernamento da P-XXXIV possuem como causa principal a ausência de adequada identificação de equipamento.

A primeira delas foi a inexistência, no local, de identificação para diferenciação entre as tomadas alimentadas pelos barramentos "A" e "B" do Sistema Ininterrupto de Energia - UPS. Os equipamentos elétricos críticos não possuíam identificação adequada que permitisse a correlação com o barramento a ser acoplado ("A" ou "B"). A inexistência dessas identificações adequadas acarretou que as duas unidades "master" das estações ECOS estivessem alimentadas simultaneamente pelo mesmo barramento da UPS, provocando a perda do controle das atividades da P-XXXIV por aquelas estações, na sucessão das falhas constatadas no dia 13/10/2002.

A segunda falha que possui relação com a identificação inadequada de equipamentos foi a intervenção no retificador/carregador de baterias "B". A inexistência de identificação visível dos disjuntores existentes no painel do retificador/carregador de baterias possibilitou a não conformidade com os padrões normais de operação e manutenção, quando da intervenção no referido equipamento, em virtude de suscitar dúvida na identificação de qual era o disjuntor de 24 Vcc e de 480 Vca.

Face ao exposto, esta Comissão é de parecer que a Petrobras deve tomar as seguintes providências:

- a) identificação de todas as tomadas e equipamentos que devem ser acoplados a barramentos específicos da Unidade; e
- b) identificar por intermédio de placas de material resistente, marcadas de forma indelével e com dimensões apropriadas, todos os disjuntores existentes a bordo. Essas placas deverão ser instaladas em locais apropriados de forma a permitir a perfeita caracterização dos disjuntores.

8.7 - Sistema de Ar Comprimido

O sistema de ar comprimido para partida dos 3 moto-geradores principais, segundo informado pela Sociedade Classificadora, atende os requisitos estabelecidos nas suas regras. Entretanto, a garrafa de ar comprimido que compõe o sistema apresenta pequena capacidade, o que restringe o número de tentativas para partida dos motores, conforme foi verificado no dia do acidente.

Por outro lado, foi constatada a existência de garrafas de ar comprimido para a planta de processo com grande capacidade, as quais poderiam ser acopladas às redes de ar comprimido para partida dos moto-geradores principais em situações de emergência, possibilitando um número maior de tentativas de partida dos motores.

Esta Comissão é de parecer que a Petrobras, ouvindo a Sociedade Classificadora da P-XXXIV, efetue uma análise quanto a necessidade de redimensionamento da garrafa de ar comprimido para partida dos 3 moto-geradores principais e/ou quanto a viabilidade de interligação das redes de ar comprimido em situações de emergência.

Deverá também ser avaliado pela Petrobras e pela Sociedade Classificadora da P-XXXIV o fato do compressor de ar para partida dos geradores principais ser dependente da própria geração de energia elétrica principal, não permitido sua energização imediata através da geração elétrica de emergência.

8.8 - Mangote de "Offloading"

O projeto da P-XXXIV considera que o mangote de "offloading", que possui um comprimento igual a 385 m, fique permanentemente conectado à popa da Unidade e flutuando. Durante o abandono, ocorreu uma situação de risco pois as balsas salva-vidas infláveis foram conduzidas, pela ação dos ventos e das correntes, na direção do mangote, cuja superfície se encontrava com grande quantidade de cracas que poderiam furar os flutuadores das balsas.

Existem arranjos e equipamentos que possibilitam o recolhimento do mangote de "offloading" após o término das operações de transferência de óleo para os navios aliviadores, cuja instalação a bordo da P-XXXIV deveria ser avaliada pela Petrobras, com o objetivo de evitar a ocorrência de situações similares em futuras emergências que porventura ocorram.

8.9 - Adernamento da P-XXXIV

Embora não existam requisitos regulamentares que especifiquem as responsabilidades relativas às operações de carregamento e descarregamento, com todas as suas implicações

para as condições de estabilidade, fluabilidade e de esforços que afetem a resistência estrutural, a bordo da P-XXXIV havia lotado um Oficial de Náutica habilitado para executar tais tarefas. Entretanto, a investigação demonstrou que suas atividades a bordo estavam restritas a efetuar os cálculos e propor um plano de carregamento/descarregamento, executado e supervisionado pelos Operadores Produção.

Esta Comissão é de parecer que seja analisada a inclusão nas normas que estabelecem a composição do Cartão de Tripulação de Segurança (CTS), de profissional habilitado cuja função deverá incluir o acompanhamento e a supervisão das operações de carregamento e descarregamento da Unidade.

8.10 - Avaliação Estrutural

Em função dos esforços sofridos pela estrutura da embarcação, devido ao seu adernamento de 34 graus para bombordo, esta Comissão considera necessária a avaliação das condições estruturais do casco e do "turret" da P-XXXIV, pela sua Sociedade Classificadora (LRS).

A Comissão julga necessário também que sejam avaliados os risers e o sistema de amarração e ancoragem.

Os relatórios com as conclusões dessas avaliações deverão ser encaminhados a esta Comissão de Investigação, a fim de subsidiar a autorização de reinício das operações de produção.

9 - Cronologia dos Eventos com Relação Causal com o Acidente

Data	Hora	Evento
12/10/2002	0:00	Término da operação de "Offloading" da P-XXXIV, permanecendo 6.400 m ³ de petróleo a bordo.
13/10/2002	14:48	Em função da variação de tensão da geração principal, ocorreu uma falha no retificador/carregador do banco de baterias "B" do sistema de geração de energia de 24Vcc.
13/10/2002	14:50	Constatado alarme de falha do conjunto UPS "A", responsável pelo fornecimento ininterrupto de energia elétrica para as estações de controle do sistema ECOS.
13/10/2002	14:50	Devido a esta falha na UPS "a", o suprimento de energia elétrica às estações ECOS passou a ser efetuado automaticamente pelo ramo transformador/abaixador/estabilizador, alimentado pelo barramento da geração principal.
13/10/2002	15:05	Técnicos da Unidade iniciam a intervenção no Retificador/Carregador de Baterias "B".
13/10/2002	15:21	Interrupção do fornecimento de energia elétrica em 24 Vcc causando a desenergização dos painéis de controle dos geradores principais e a

		queda da geração principal.
13/10/2002	15:21	Em decorrência da falha do conjunto UPS "a" e da queda da geração principal, as estações "master" (B e E) e uma estação "slave" da ECOS foram desenergizadas.
13/10/2002	15:21	Entrada em Funcionamento do Gerador de Emergência "A".
13/10/2002	15:21	As estações "master" da ECOS foram energizadas e entraram em processo de reinicialização.
13/10/2002	15:21	Atuação dos Painéis de Segurança Intrínseca e o CLP comandam a abertura das válvulas.
13/10/2002	15:32	As estações "master" da ECOS tornam-se operativas 11 minutos após a queda da geração principal. Operadores visualizam a abertura das válvulas de carga, descarga e lastro.
13/10/2002	15:21-16:00	Tentativa de Restabelecer a Geração Principal, sem sucesso.
13/10/2002	-----	Tentativa de executar o "back feeding", para energizar o painel principal de distribuição de energia e tornar operativo o sistema hidráulico de controle das válvulas.
13/10/2002	15:32-15:50	Fechamento manual das válvulas nas caixas que abrigam os atuadores, localizadas no convés principal.
13/10/2002	15:38-15:50	Abandono parcial da Unidade por meio da baleeira de bombordo (49 pessoas).
13/10/2002	16:00	Abandono final da Unidade por meio de balsas infláveis e botes de resgate de outras embarcações (28 pessoas).

33

Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 2003.

Representantes da Agência Nacional do Petróleo (ANP)

Ricardo Rios de Campos Rosa

Dante Aloysio de Carvalho Júnior

Representantes da Diretoria de Portos e Costas (DPC)

Hélio Crisóstomo da Silva

Alexandre José Trinas de Freitas