Análise Técnica – I-DE-3010.2J-5140-946-KES-001\_B

# 📑 Identificação

- Título: Key One-Line Diagram  
- Projeto: FPSO P-80 – Búzios Field  
- Cliente: Petrobras (E&P – SRGE)  
- Executor: Keppel Shipyard / KBR Asia Pacific  
- Número: I-DE-3010.2J-5140-946-KES-001  
- Revisão: B (11/jun/2024 – Approved for Construction)  
- Base: Atualização do desenho Petrobras I-DE-3010.1Y-5140-946-P4X-001 Rev C

# ⚡ Escopo do Diagrama

- Delimitações de escopo:  
 • Hull Scope Boundary (parte interna da linha)  
 • Topside Scope Boundary (parte externa da linha)  
  
- Tensões principais:  
 • 13.8 kV – MV Main Switchgear (PN-5143001 A/B)  
 • 6.6 kV – MV MCCs (PN-5143002, PN-5143003, PN-5143510)  
 • 480 V – LV Switchgears e MCCs (PN-5143004, PN-5143007, PN-5143501, PN-5148501, etc.)  
 • 690 V – Heating Switchgear (PN-5143012, painéis de aquecimento e reboilers)  
 • 220 V AC – Topside Normal Switchboards (PN-5143101/102)  
  
- Transformadores principais (TF):  
 • 13.8/6.6 kV (14–15 MVA, Z = 8%)  
 • 13.8/0.48 kV (4.5 MVA, Dyn1yn1, Zps/Zpt 9%, Zst 18%)  
 • 13.8/0.69 kV (3.5 MVA, Z = 10%)  
 • 6.6/0.48 kV (4–5 MVA, Z = 10–20%)  
 • Auxiliares 260 kVA (13.8/220 V AC)  
  
- Geradores:  
 • Main Turbo Generators (TS-TG-5147001 A–D)  
 • Hull Generators (GE-UG-5262502 A/B)  
 • Auxiliary Generator (GE-UG-5262501)  
 • Emergency Generator (GE-UG-5261501)

# 🔒 Filosofia Operacional e Intertravamentos

- Operação paralela restrita:  
 • Transformadores: paralelismo contínuo não permitido, exceto para transferência momentânea de carga (Nota 1).  
 • Somente 2 de 3 disjuntores (52-A, 52-B, 52-C) podem estar fechados simultaneamente (Nota 2).  
  
- Geradores:  
 • Auxiliar e Emergência podem operar em paralelo momentaneamente para transferência (Notas 3, 4, 5).  
 • Paralelismo contínuo permitido apenas com sincronismo garantido (Função 25).  
  
- Grounding:  
 • 13.8 kV: neutros de geradores principais com resistência de alta impedância.  
 • 6.6 kV: neutros de transformadores secundários e geradores Hull com HRG (Nota 17).  
  
- Proteções especiais:  
 • Arc Fault Monitoring em MV Switchgear, MCCs e painéis LV (Notas 14, 28, 29, 31).  
 • Limitadores de corrente para reduzir curto a <18 kA nos painéis LV (Nota 7).  
  
- Lógicas de operação:  
 • Configuração “II” e “L” para PN-5148501 (Notas 9, 10, 11).  
 • Back-feeders exclusivos para suprir Topside a partir do Hull (Nota 32).  
 • Pré-magnetização exigida para transformadores (Nota 34).

# 📌 Observações Relevantes

- O documento aprovado para construção (Rev. B) já incorpora:  
 • Revisões das notas de intertravamento.  
 • Características elétricas finais dos equipamentos (correntes nominais, níveis de curto, impedâncias).  
  
- As notas normativas e referências cruzam com:  
 • I-ET-3010.00-5143-700-P4X-001 (Proteção elétrica)  
 • I-MC-3010.2J-5147-700-KES-001 (Load Balance)  
 • I-DE-3010.1Y-5265-946 (UPS/DC Systems)  
 • I-ET-3010.00-5140-700-P4X-001/002 (Especificações elétricas de unidades offshore)

# ✅ Conclusão

Este Key One-Line Diagram consolida a topologia elétrica do FPSO P-80, definindo:  
1. Limites de operação e paralelismo entre fontes (Main, Hull, Aux, Emergency).  
2. Critérios de proteção e intertravamento para manter integridade do sistema.  
3. Dados de projeto finais (correntes nominais, impedâncias, níveis de curto).  
  
Ele serve como documento de referência mestre para estudos de curto-circuito,  
coordenação de proteções, e verificação das configurações de operação normal/contingência.

# 🔗 Repositório Git

**Endereço:** https://github.com/AdamCampos/ManobraEletrica

# 📘 Glossário e Esclarecimentos

## 1) Tensões principais e definições (NR‑10 / práticas ABNT)

• Limites segundo a NR‑10:  
 – Baixa Tensão (BT): até 1.000 V em CA (e até 1.500 Vcc).  
 – Alta Tensão (AT): acima de 1.000 V em CA (ou 1.500 Vcc).  
 Observação: a NR‑10 não define formalmente “Média Tensão”. Na prática (ABNT NBR 14039 e concessionárias), utiliza‑se Média Tensão ≈ 1 kV a 36,2 kV; Extra‑Alta Tensão acima de 230 kV.

• O que é Switchgear: Conjunto de manobra e controle de potência (disjuntores, seccionadoras, barras, TCs/TPs, relés, intertravamentos) em invólucro metálico, normalmente para níveis MV/LV, com compartimentos e requisitos de ensaio (curto‑circuito, arco interno, etc.).

• O que é MCC (CCM): Motor Control Center (Centro de Controle de Motores). Painel seccionado em gavetas/unidades que integram proteção, partida (seccionadoras, contatores, soft‑starters/VSD), medição e comando para cargas de motores.

• O que é Switchboard: Quadro elétrico de distribuição em baixa tensão (LV), com barramentos, disjuntores/interruptores e medição; normalmente alimenta sub‑quadros, MCCs e cargas gerais.

## 2) Transformadores e impedância percentual (Z%) / Per‑Unit (p.u.)

• Z% (impedância percentual) é a tensão percentual no primário que, com o secundário em curto, faz circular a corrente nominal. Ex.: Z = 8% ⇒ 0,08 p.u.  
 – Interpretação prática: limita a corrente de curto; Isc ≈ (100 / Z%) × In ⇒ Z=8% ≈ 12,5 × In.  
 – Também representa a queda de tensão aproximada sob plena carga (em regime, com FP≈1).

• Sistema p.u. (per‑unit): grandezas normalizadas pela base do equipamento/sistema. 1,0 p.u. corresponde ao valor base (por exemplo, tensão/impedância/rating nominais). Assim, 0,08 p.u. = 8%.

## 3) Geradores – potências indicadas no diagrama

• Main Turbo Generators (TS‑TG‑5147001 A–D): 41,7 MVA (cada), 60 Hz (conforme rótulos no diagrama).  
• Auxiliary Generator (GE‑UG‑5262501): 3,85 MVA, 60 Hz.  
• Emergency Generator (GE‑UG‑5261501): 2,5 MVA, 60 Hz.  
• Hull Generators (GE‑UG‑5262502 A/B): indicados no diagrama como geradores de casco; quando especificado, consta 2,5 MVA por unidade (confirmar em dados de fornecedor/datasheet).

## 4) Operação de paralelismo – o que é, quando e por que

• Paralelismo é conectar duas ou mais fontes em um mesmo barramento com sincronismo (tensão, frequência e ângulo). Usa‑se para transferência de carga sem interrupção, partida/assunção de geração, redundância ou aumento de capacidade.  
• Limitação momentânea: para evitar correntes de circulação, sobrecarga de curto‑circuito ou extrapolar capacidades de aparelhagem/estudos, o projeto restringe paralelismo contínuo entre certos transformadores/feederes; é permitido só durante manobras (transferência). O fechamento é supervisionado por relé Função 25 (sincronismo).

## 5) Lógicas de operação (II, L, U) e back‑feeders; pré‑magnetização

• Configuração “II”: barras A e B operando segregadas (tie 52‑C aberto). Cada barra é alimentada por sua fonte; intertravamentos permitem apenas 2 de 3 (52‑A/52‑B/52‑C) fechados.  
• Configuração “L”: interligação entre barras (tie 52‑C fechado) formando caminho único de alimentação em ‘L’ a partir de uma fonte definida, conforme notas operativas do painel PN‑5148501.  
• “U aberto/U fechado”: notação consagrada em topologias com três pontos de interligação formando um ‘U’. U aberto: seccionamento/abertura no elo do ‘U’ (barras segregadas). U fechado: elo fechado permitindo fluxo por todo o ‘U’. A filosofia limita quando o fechamento é permitido (sincronismo, correntes de curto, seletividade).

• Back‑feeders: alimentadores dedicados a suprir o Topside a partir dos geradores do Hull quando a geração principal não está disponível. São unidirecionais por filosofia (Nota 32), bloqueando fluxo Topside→Hull.

• Pré‑magnetização de transformadores: reduz a corrente de inrush na energização inicial, diminuindo esforços eletromecânicos e evitando operação indevida de proteções. No projeto, é requisito de fornecimento do fabricante (Nota 34).

# Análise Técnica – PNs Selecionados (P-80)

Documento consolidado a partir do Key One-Line Diagram I-DE-3010.2J-5140-946-KES-001 Rev. B. Inclui detalhamento atualizado dos painéis PN-5143001, 5143002, 5143003, 5143004 e 5143007. A seção 'Lista de Disjuntores e Cargas por Painel' foi removida conforme solicitado.

## PN-5143001 – MV Main Switchgear 13.8 kV (Seções A e B)

### Identificação

- Switchgear de Média Tensão – 13.8 kV, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: 4000 A

- Capacidade de curto: Ik = 50 kA/1s, Ip = 130 kA

- Seções: Bus A e Bus B

### Alimentadores / Entradas

- 52-01.A – Entrada do TG-5147001A (41.7 MVA)

- 52-01.B – Entrada do TG-5147001B (41.7 MVA)

- 52-01.C – Entrada do TG-5147001C (41.7 MVA)

- 52-01.D – Entrada do TG-5147001D (41.7 MVA)

### Cargas / Saídas

- Motores compressores principais de gás (14 MW cada)

- Motores compressores VRU (8.925 MW)

- Motores bombas de injeção de água (7.85 MW)

- Motores bombas de água de resfriamento (1.25 MW cada)

- Motores bombas SRU (2.0 MW)

### Transformadores Associados

- TF-5143001A/B – 13.8/0.48-0.48 kV (4.5 MVA AN / 5.6 MVA AF, Dyn1yn1, Zps=Zpt=9%, Zst=18%)

- TF-5143002A/B – 13.8/6.6 kV (15 MVA AN / 18.75 MVA AF, Z=8%)

- TF-5143003A/B – 13.8/6.6 kV (15 MVA AN / 18.75 MVA AF, Z=8%)

- TF-5143004A/B – 13.8/0.69 kV (3.5 MVA AN / 4.375 MVA AF, Z=10%)

### Disjuntores Principais

- 52-01.A, 52-01.B, 52-01.C, 52-01.D

- 52-01.E – Tie / Interligação entre seções

- Breakers dedicados para trafos e motores

### Ligações Externas

- PN-5143002 (MCC 6.6 kV – Seções A e B)

- PN-5143003 (MCC 6.6 kV – Seções A e B)

- PN-5143012 (Heating Switchgear 690 V)

- PN-5143004/07 (LV Switchgear 480 V)

- PN-5143510 (Hull MCC 6.6 kV via TF-5143501A/B)

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: cada barramento alimentado por TGs próprios

- Contingência: transferência entre A/B via tie 52-01.E

- Paralelismo: permitido apenas momentaneamente (Função 25)

### Notas Relevantes

- Nota 6 – Intertravamento primário/secundário

- Nota 17 – Grounding HRG

- Notas 28/29 – Arc Flash Monitoring

- Nota 20 – Intertravamento do tie 52-01.E

## PN-5143002 – MV Production MCC 6.6 kV – Seções A/B

### Identificação

- MCC de Média Tensão – 6.6 kV, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: 2000 A

- Capacidade de curto: Ik = 40 kA/1s, Ip = 104 kA

### Alimentadores / Entradas

- Entradas via TF-5143002A (Bus A) e TF-5143002B (Bus B)

### Cargas / Saídas

- Motores de processo 6.6 kV (compressão, bombeamento)

- Alimentação de pacotes topside críticos

### Transformadores Associados

- Transformadores TF-5143002A/B (13.8 → 6.6 kV, 15 MVA AN / 18.75 MVA AF, Z=8%)

### Disjuntores Principais

- Breakers de entrada dedicados por trafo

- Breakers para cargas principais

### Ligações Externas

- Ligação direta aos compressores e bombas topside

- Interligação redundante com PN-5143003

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: alimentado por PN-5143001 (Bus A ou Bus B)

- Contingência: transferência cruzada A ↔ B

- Supervisão por Função 25

### Notas Relevantes

- Nota 6 – Intertravamento primário/secundário

- Nota 17 – HRG

- Notas 28/29 – Arc Fault

## PN-5143003 – MV Production MCC 6.6 kV – Seções A/B

### Identificação

- MCC de Média Tensão – 6.6 kV, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: 2000 A

- Capacidade de curto: Ik = 40 kA/1s, Ip = 104 kA

### Alimentadores / Entradas

- Entradas via TF-5143003A (Bus A) e TF-5143003B (Bus B)

### Cargas / Saídas

- Cargas industriais 6.6 kV

- Pacotes de utilidades topside

### Transformadores Associados

- Transformadores TF-5143003A/B (13.8 → 6.6 kV, 15 MVA AN / 18.75 MVA AF, Z=8%)

### Disjuntores Principais

- Breakers de entrada dedicados

- Saídas para MCCs e pacotes

### Ligações Externas

- Ligação redundante com PN-5143002

- Cruzamento de carga com PN-5143001

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: alimentado por PN-5143001 (Bus A ou Bus B)

- Contingência: transferência entre seções

### Notas Relevantes

- Nota 6 – Intertravamento

- Nota 17 – HRG

- Notas 28/29 – Arc Flash

## PN-5143004 – LV Production Switchgear 480 V – Seções A/B

### Identificação

- Switchgear de Baixa Tensão – 480 V, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: 4000 A

- Capacidade de curto: Icw = 65 kA/1s, Ipk = 143 kA

### Alimentadores / Entradas

- Alimentado por TF-5143001A/B (13.8 → 0.48/0.48 kV)

### Cargas / Saídas

- Cargas de produção LV

- Alimentação de MCCs 480 V

### Transformadores Associados

- Transformadores TF-5143001A/B (4.5 MVA AN / 5.6 MVA AF, Dyn1yn1, Zps=Zpt=9%, Zst=18%)

### Disjuntores Principais

- Breakers de entrada dedicados

- Breakers de saída para MCCs

### Ligações Externas

- Ligação com PN-5143007 (produção LV)

- Distribuição para cargas topside LV

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: cada seção ligada ao trafo correspondente

- Contingência: possibilidade de transferência

### Notas Relevantes

- Notas 28/29 – Arc Flash

- Nota 6 – Intertravamento primário/secundário

## PN-5143007 – LV Production Switchgear 480 V – Seção A/B

### Identificação

- Switchgear de Baixa Tensão – 480 V, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: 4000 A

- Capacidade de curto: Icw = 65 kA/1s, Ipk = 143 kA

### Alimentadores / Entradas

- Alimentado por TF-5143001A/B (13.8 → 0.48/0.48 kV)

### Cargas / Saídas

- Cargas de produção (MCCs, utilidades, processos)

### Transformadores Associados

- Transformadores TF-5143001A/B (4.5 MVA AN / 5.6 MVA AF, Dyn1yn1)

### Disjuntores Principais

- Breakers de entrada dedicados

- Saídas para MCCs de produção

### Ligações Externas

- Ligação com PN-5143004 (produção LV)

- Distribuição redundante de cargas

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: alimentação direta pelos trafos

- Contingência: transferência entre seções A e B

### Notas Relevantes

- Nota 6 – Intertravamento primário/secundário

- Notas 28/29 – Arc Flash Monitoring

## PN-5143101 – Topside Normal Switchboard 220 VAC

### Identificação

- Switchboard de Baixa Tensão – 220 V AC, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: In = 800 A

- Capacidade de curto: Icw = 15 kA/1s, Ipk = 30 kA

- Aplicação: distribuição AC normal para Topside (painéis de controle, iluminação, pequenas cargas)

### Alimentadores / Entradas

- Alimentação a partir dos painéis 480 V (PN-5143004/PN-5143007) via transformadores dedicados

- Entrada pelo conjunto de transformadores TF-5143020A/TF-5143021A (lado de Bus A)

### Cargas / Saídas

- Painéis de controle normais (PS IDE), laboratórios e cargas auxiliares de processo 220 VAC

- Módulos e subquadros listados no diagrama (PL- e M- referências)

### Transformadores Associados

- TF-5143020A – 480/220 V, 260 kVA (AN), Z = 5%

- TF-5143021A – 480/220 V, 260 kVA (AN), Z = 5%

### Disjuntores Principais

- Disjuntores de entrada 220 V AC por trafo

- Saídas por alimentadores dedicados aos módulos 220 V

### Ligações Externas

- Interligação com pacotes e quadros 220 V do Topside (ver referências PL- e M- no diagrama)

- Relação com PN-5143001/04/07 pelo nível 480 V e trafos 480→220 V

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: alimentação por um dos trafos (lado A) com o outro em reserva / transferência

- Contingência: transferência para o trafo redundante; upstream 480 V pode migrar entre PN-5143004 e PN-5143007 conforme disponibilidade

### Notas Relevantes

- Coordenar seletividade com upstream 480 V e IMDs indicados nas notas gerais

- Referências cruzadas: I-DE-3010.1Y-5140-946-P4X-002 (220 V Systems), I-ET-3010.00-5140-700-P4X-001

## PN-5143102 – Topside Normal Switchboard 220 VAC

### Identificação

- Switchboard de Baixa Tensão – 220 V AC, 3Φ, 60 Hz

- Corrente nominal: In = 800 A

- Capacidade de curto: Icw = 15 kA/1s, Ipk = 30 kA

- Aplicação: distribuição AC normal para Topside (painéis de controle, iluminação, pequenas cargas)

### Alimentadores / Entradas

- Alimentação a partir dos painéis 480 V (PN-5143004/PN-5143007) via transformadores dedicados

- Entrada pelo conjunto de transformadores TF-5143020B/TF-5143021B (lado de Bus B)

### Cargas / Saídas

- Painéis de controle normais (PS IDE), laboratórios e cargas auxiliares de processo 220 VAC

- Módulos e subquadros listados no diagrama (PL- e M- referências)

### Transformadores Associados

- TF-5143020B – 480/220 V, 260 kVA (AN), Z = 5%

- TF-5143021B – 480/220 V, 260 kVA (AN), Z = 5%

### Disjuntores Principais

- Disjuntores de entrada 220 V AC por trafo

- Saídas por alimentadores dedicados aos módulos 220 V

### Ligações Externas

- Interligação com pacotes e quadros 220 V do Topside (ver referências PL- e M- no diagrama)

- Relação com PN-5143001/04/07 pelo nível 480 V e trafos 480→220 V

### Fluxos e Cenários de Operação

- Normal: alimentação por um dos trafos (lado B) com redundância disponível

- Contingência: transferência entre trafos e, se necessário, transferência upstream 480 V

### Notas Relevantes

- Coordenar seletividade com upstream 480 V e IMDs/EFIs conforme notas gerais

- Referências cruzadas: I-DE-3010.1Y-5140-946-P4X-002 (220 V Systems), I-ET-3010.00-5140-700-P4X-001

# HULL (continuação)

## PN-5143510 – MV Hull MCC 6.6 kV

### Identificação

- MCC de Média Tensão – 6.6 kV, 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull

### De onde vem a alimentação

- Geradores Hull GE-UG-5262502A e GE-UG-5262502B (6.6 kV)

- Possibilidade de paralelismo contínuo com Main Generation via TF-5143501A/B (Função 25)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Primários dos TF-5143502A/B (6.6 → 0.48/0.48 kV)

- Primários dos TF-5143503A/B (6.6 → 0.48/0.48 kV)

- Saídas dedicadas a serviços Hull em 6.6 kV (ex.: Sea Water Lift Pumps – ver Nota 24)

### Transformadores Associados

- TF-5143502A/B – 6.6/0.48/0.48 kV 5000-2500-2500 kVA (AN) / 6250-3125-3125 kVA (AF), Zps=Zpt=10%, Zst=20%, Dy1y1 (base 2500 kVA)

- TF-5143503A/B – 6.6/0.48/0.48 kV 4000-2000-2000 kVA (AN) / 5000-2500-2500 kVA (AF), Zps=Zpt=10%, Zst=20%, Dy1y1 (base 2000 kVA)

### Disjuntores Principais

- Incoming por geradores Hull (A/B) com checagem de sincronismo (Função 25)

- Ties conforme arranjos do MCC e interligação com 13.8 kV por transformadores

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Paralelismo com geração principal (via TF-5143501A/B) quando autorizado (Função 25)

- Sinais de sincronismo (25) nos incoming/tie (ver Nota 21)

### Manobras e Intertravamentos

- Transferência entre seções conforme disponibilidade dos geradores Hull

- Bloqueios para evitar paralelismo indevido com outros secundários/terciários (Notas 1–2)

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Nota 17 – Grounding HRG em 6.6 kV (neutros dos trafos e dos geradores Hull)

- Nota 21 – Relés de checagem de sincronismo (25) em PN-5143510

- Nota 24 – Outgoings de Sea Water Lift Pump com disjuntores

- Nota 26 – Hull generators podem operar com baixa demanda e em paralelo contínuo com a Main Generation via TF-5143501A/B

- Nota 34 – Pré-magnetização para reduzir inrush na energização de trafos

## PN-5143501 – LV Auxiliary Switchgear 480 V

### Identificação

- Switchgear de Baixa Tensão – 480 V, 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull

### De onde vem a alimentação

- Secundários dos TF-5143501A/B (13.8 → 0.48/0.48 kV, 4500-2250-2250 kVA AN / 5625-2812-2812 kVA AF, Dyn1yn1; Zps=Zpt=9%, Zst=18%, base 2250 kVA)

- Back-feeders conforme diagrama (In de referência 3000 A)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- PN-5143502 / PN-5143503 – LV Auxiliary MCC 480 V

- PN-5148501 – LV Essential Switchgear 480 V (condições específicas, ver Notas 9–11 e 21)

- UPS-5265001A/B e painéis auxiliares CB-5263501A/B, CB-5263502, etc.

### Transformadores Associados

- TF-5143501A/B – 13.8/0.48/0.48 kV (vide dados)

### Disjuntores Principais

- Incoming 52-A/52-B e tie 52-C (configurações “L/II”)

- Back-feeders dedicados

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Primários dos TF-5143501A/B ligados ao 13.8 kV (PN-5143001)

- Back-feed com PN-5148501 (com relé 25)

### Manobras e Intertravamentos

- Configuração “L/II” com lógicas equivalentes às do essencial (ver Notas 9–11)

- Fechamento condicionado por sincronismo (25) em incoming/tie/back-feeders (Nota 21)

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Nota 7 – Limitadores/reatores de curto-circuito

- Nota 21 – Relé 25 para incoming/tie/back-feeders (3501 e 8501)

- Notas 28/29 – EFI + IMD; desabilitar IMD em operação “L”/back-feed e reabilitar no retorno a “II”

- Notas 34/36 – Pré-magnetização / ventilação de trafos AF

## PN-5143502 – LV Auxiliary MCC 480 V (A)

### Identificação

- MCC 480 V – 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull

### De onde vem a alimentação

- PN-5143501 – Bus A (via TF-5143502A / PN-5143510)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Cargas auxiliares Hull 480 V (bombas, ventilação, serviços) – listar conforme lista de cargas do projeto

- UPS/serviços quando aplicável

### Transformadores Associados

- TF-5143502A – 6.6/0.48/0.48 kV (vide dados em 3510)

### Disjuntores Principais

- Alimentadores por carga; MCCB conforme necessidade (Nota 35)

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Integração com PN-5143501 (IMD/EFI upstream)

### Manobras e Intertravamentos

- Seletividade coordenada e lógica EFI em operações “L/II” do 3501 (Nota 29)

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 28/31/35 – EFI compatível com IMD; MCCB em painéis tiristorizados pode ser excluído

## PN-5143503 – LV Auxiliary MCC 480 V (B)

### Identificação

- MCC 480 V – 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull

### De onde vem a alimentação

- PN-5143501 – Bus B (via TF-5143503A / PN-5143510)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Cargas auxiliares Hull 480 V (bombas, ventilação, serviços) – listar conforme lista de cargas do projeto

- Painéis tiristorizados de aquecimento quando aplicável

### Transformadores Associados

- TF-5143503A – 6.6/0.48/0.48 kV (vide dados em 3510)

### Disjuntores Principais

- Alimentadores por carga; MCCB conforme necessidade (Nota 35)

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Integração com PN-5143501 (IMD/EFI upstream)

### Manobras e Intertravamentos

- Seletividade coordenada e lógica EFI em operações “L/II” do 3501 (Nota 29)

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 28/31/35 – EFI compatível com IMD; MCCB em painéis tiristorizados pode ser excluído

## PN-5143504 / 5143507 – LV Utilities / Ship Service Switchgear 480 V

### Identificação

- Switchgears LV – 480 V, 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull (serviços de bordo)

### De onde vem a alimentação

- Secundários de trafos dedicados às utilidades (derivados do arranjo 3501/3510 conforme diagrama)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Alimentam MCCs de utilidades PN-5143505/3506/3508/3509

- Cargas de hotelaria/navio, iluminação, HVAC, etc.

### Disjuntores Principais

- Incoming 52-A/52-B e tie 52-C por painel

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Possíveis back-feeds/transferências conforme diagrama

### Manobras e Intertravamentos

- Operação com EFI/IMD; sincronismo (25) quando aplicável a back-feeders

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 28/29 – EFI/IMD para cargas LV

- Nota 21 – relé 25 onde houver back-feeders

## PN-5143505 / 5143506 / 5143508 / 5143509 – LV Utilities / Ship Service MCC 480 V

### Identificação

- MCCs 480 V – 3Φ, 60 Hz

- Domínio: Hull (serviços/ship service)

### De onde vem a alimentação

- PN-5143504 / PN-5143507 (A/B)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Cargas de utilidades/serviços 480 V (bombas, HVAC, iluminação, etc.) – listar conforme lista de cargas do projeto

### Disjuntores Principais

- Alimentadores por carga (MCCB quando aplicável)

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Back-up cruzado entre seções A/B quando indicado no diagrama

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 28/31 – EFI compatível com IMD do upstream; coordenação seletiva

## PN-5143524 – LV External Shore Supply Box 480 V

### Identificação

- Quadro de alimentação externa (shore connection) – 480 V

- Domínio: Hull

### De onde vem a alimentação

- Fonte externa de cais (shore)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Interligação aos quadros LV Hull (utilidades/auxiliares) conforme diagrama

### Disjuntores Principais

- Seccionamento/dj de acoplamento ao sistema LV Hull

### Manobras e Intertravamentos

- Procedimentos de porto: sincronismo (25) antes do acoplamento; coordenação com IMD/EFI

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 21/28 – relé 25 quando acoplado; IMD/EFI conforme filosofia LV

## PN-GE-UG-5262502A/B & PN-UG-5262502A-02 / -02B – Hull Generators e MCCs Auxiliares 480 V

### Identificação

- Geradores Hull 6.6 kV e seus MCCs LV auxiliares (480 V – 250 A; Icw 25 kA/1s; Ipk 52.5 kA – conforme desenho)

### De onde vem a alimentação

- Partida por comando do sistema (contingência e comissionamento)

### Para onde vai / Cargas e Derivações

- Cargas auxiliares dos próprios geradores (lubrificação, arrefecimento, etc.)

- Eventual suporte às utilidades LV através de 3501/quadros de utilidades

### Disjuntores Principais

- CB-UG-5262502A / CB-UG-5262502B e CBs de MCC auxiliares (CB-5263501A/B, CB-5263502, etc.)

### Ligações Externas (para Topside / Outros)

- Integração com PN-5143510 (6.6 kV) e PN-5143501 (480 V) por meio dos transformadores

### Manobras e Intertravamentos

- Paralelismo contínuo com Main Generation via TF-5143501A/B (Nota 26) garantindo sincronismo (25)

### Notas Relevantes (ver Key One-Line)

- Notas 17/21/26 – HRG; relé 25; paralelismo contínuo permitido conforme critérios

# Topside – Seções (A/B) e Derivações por Painel

## PN-5143001 – MV Main Switchgear 13.8 kV: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143004A

- TF-5143002A

- TF-5143001A

- PN-5143004

- PN-5143012

- PN-5143002

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-C-UC-1231001A

- M-B-1251002A

- M-C-UC-1225001A

- M-B-5124001A

- M-B-UT-1251002A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143003B

- TF-5143001B

- TF-5143004B

- PN-5143003

- PN-5143007

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-B-5124001B

- M-B-UT-1251002B

- M-C-UC-1231001B

- M-C-UC-1225001B

- M-B-1251002B

- M-B-1251002C

- M-B-5124001C

## PN-5143002 – MV Production MCC 6.6 kV: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143004A

- TF-5143003A

- TF-5143002A

- PN-5143001

- PN-5143008

- PN-5143007

- PN-5143012

- PN-5143002

- PN-5143004

- PN-5143015

- PN-5143006

- PN-5143013

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-B-5124001A

- M-B-UT-1251002A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143002B

- PN-5143001

- PN-5143008

- PN-5143007

- PN-5143012

- PN-5143004

- PN-5143006

- PN-5143013

- PN-5143014

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-C-UC-1231001B

- M-C-UC-1225001B

- M-B-UT-1251002A

- M-B-UT-1251002C

## PN-5143003 – MV Production MCC 6.6 kV: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143502A

- PN-5143003

- PN-5143007

- PN-5143009

- PN-5143016

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- (Sem cargas explícitas na área desta seção no One-Line)

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143001B

- TF-5143502B

- PN-5143007

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-B-UT-1251002B

## PN-5143004 – LV Production Switchgear 480 V: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143004A

- TF-5143002A

- TF-5143003A

- TF-5143020A

- TF-5143021A

- PN-5143010

- PN-5143012

- PN-5143002

- PN-5143004

- PN-5143015

- PN-5143006

- PN-5143013

- PN-5143101

- PN-5143031

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-B-1251002A

- M-C-UC-1225001A

- M-B-5124001A

- M-B-UT-1251002A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143002B

- TF-5143003B

- TF-5143004B

- PN-5143001

- PN-5143003

- PN-5143008

- PN-5143007

- PN-5143009

- PN-5143011

- PN-5143014

- PN-5143102

- PN-5143030

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- M-B-5124001B

- M-C-UC-1231001B

- M-C-UC-1225001B

- M-B-1251002B

- M-B-1251002C

- M-B-5124001C

- MODULE M-05B

- MODULE M-09B

## PN-5143007 – LV Production Switchgear 480 V: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- PN-5143003

- PN-5143007

- PN-5143009

- PN-5143011

- PN-5143016

- PN-5143102

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-10A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143502B

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- (Sem cargas explícitas na área desta seção no One-Line)

# Hull – Seções (A/B) e Derivações por Painel

## PN-5143510 – MV Hull MCC 6.6 kV: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143501A

- TF-5143502A

- TF-5143503A

- TF-5143020A

- PN-5143505

- PN-5143010

- PN-5148502

- PN-5148503

- PN-5143524

- PN-5148505

- PN-5148506

- PN-5143015

- PN-5143006

- PN-5143013

- PN-5143101

- PN-5143031

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- (Sem cargas explícitas na área desta seção no One-Line)

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143501B

- PN-5143505

- PN-5143010

- PN-5148502

- PN-5148503

- PN-5143524

- PN-5148505

- PN-5148506

- PN-5143015

- PN-5143006

- PN-5143013

- PN-5143101

- PN-5143031

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-10B

## PN-5143501 – LV Auxiliary Switchgear 480 V: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143501A

- TF-5143502A

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- (Sem cargas explícitas na área desta seção no One-Line)

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- (Sem cargas explícitas na área desta seção no One-Line)

## PN-5143504 – LV Utilities/Ship Service Switchgear 480 V: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- PN-5143506

- PN-5143507

- PN-5143508

- PN-5143509

- PN-5143502

- PN-5143102

- PN-5143030

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-10A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143503B

- TF-5143502B

- PN-5143506

- PN-5143507

- PN-5143508

- PN-5143509

- PN-5143502

- PN-5143102

- PN-5143030

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-09B

## PN-5143507 – LV Utilities/Ship Service Switchgear 480 V: Seções e Derivações

### Seção A (BUS A)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- PN-5143509

- PN-5143502

- PN-5143503

- PN-5143501

- PN-5143102

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-10A

### Seção B (BUS B)

Derivações / Painéis e Transformadores alimentados:

- TF-5143501B

- TF-5143503B

- TF-5143502B

- PN-5143509

- PN-5143502

- PN-5143503

- PN-5143501

- PN-5143102

- PN-5143032

Cargas identificadas no diagrama (motores):

- MODULE M-09B

# Introdução Geral ao Sistema de Distribuição Elétrica

O presente documento apresenta a análise detalhada do Key One-Line Diagram da FPSO P-80. Inicialmente, preserva-se a parte descritiva original (primeiras páginas), que estabelece contexto, normas e critérios. Em seguida, acrescenta-se esta introdução expandida, com foco em explicar a filosofia de distribuição elétrica.

O sistema elétrico está dividido em dois domínios principais: Topside (escopo fora do boundary) e Hull (escopo dentro do boundary). Cada domínio possui seus próprios painéis de Média Tensão (13.8 kV e 6.6 kV), bem como painéis de Baixa Tensão (480 V e 220 V). O boundary define os pontos de interligação e de back-feed entre domínios, estabelecendo critérios de sincronismo, intertravamentos e limitações operacionais.

Cada painel tem papel definido na topologia: os switchgears principais recebem energia dos geradores e alimentam transformadores, que por sua vez reduzem a tensão para MCCs de processo, utilidades e cargas essenciais. Há filosofia de operação normal, contingência e de paralelismo controlado (com Função 25), além de configurações em 'II' e 'L' que determinam como os barramentos podem operar.

No decorrer do documento, cada painel é analisado separadamente, incluindo identificação, alimentação, derivações, transformadores, disjuntores principais, cargas (listadas individualmente conforme possível), ligações externas, manobras/intertravamentos e notas relevantes. Quando aplicável, a análise é separada por seção (Bus A e Bus B), de forma a refletir a importância das manobras em 'L'.

A organização geral deste relatório segue a seguinte ordem:  
1. Introdução e Comentários Gerais.  
2. Painéis do Topside, incluindo Switchgears, MCCs de produção e auxiliares.  
3. Painéis do Hull, incluindo geração, switchgears auxiliares e de utilidades.  
4. Considerações finais sobre intertravamentos, back-feeders e manobras entre domínios.

# Parte II – Análises Detalhadas por Domínio

# Topside

O domínio Topside abrange todos os painéis e MCCs de processo e utilidades localizados fora do boundary. Inclui geração principal, switchgears de 13.8 kV, MCCs de 6.6 kV, switchgears e MCCs de 480 V, e quadros de 220 V AC. As análises abaixo estão organizadas por painel, separadas em seções (Bus A/B) quando aplicável.

Lista de painéis analisados no Topside:

- PN-5143001 – MV Main Switchgear 13.8 kV

- PN-5143002 – MV Production MCC 6.6 kV

- PN-5143003 – MV Production MCC 6.6 kV

- PN-5143004 – LV Production Switchgear 480 V

- PN-5143005 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143006 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143007 – LV Production Switchgear 480 V

- PN-5143008 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143009 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143010 – LV Auxiliary MCC 480 V (Compressores)

- PN-5143011 – LV Auxiliary MCC 480 V (Compressores)

- PN-5143012 – Heating Switchgear 690 V

- PN-5143013 – LV Auxiliary MCC 480 V (Compressores)

- PN-5143014 – LV Auxiliary MCC 480 V

- PN-5143015 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143016 – LV Production MCC 480 V

- PN-5143101 – Topside Normal Switchboard 220 V

- PN-5143102 – Topside Normal Switchboard 220 V

# Hull

O domínio Hull compreende a geração Hull, switchgears auxiliares de 480 V, MCCs de utilidades e serviços de bordo, além do quadro de shore connection. A análise inclui também as interligações com o Topside via back-feeders.

Lista de painéis analisados no Hull:

- PN-5143510 – MV Hull MCC 6.6 kV

- PN-5143501 – LV Auxiliary Switchgear 480 V

- PN-5143502 – LV Auxiliary MCC 480 V (A)

- PN-5143503 – LV Auxiliary MCC 480 V (B)

- PN-5143504 – LV Utilities / Ship Service Switchgear 480 V

- PN-5143505 – LV Utilities MCC 480 V

- PN-5143506 – LV Utilities MCC 480 V

- PN-5143507 – LV Utilities / Ship Service Switchgear 480 V

- PN-5143508 – LV Utilities MCC 480 V

- PN-5143509 – LV Utilities MCC 480 V

- PN-5143524 – LV External Shore Supply Box 480 V

- GE-UG-5262502A/B – Hull Generators e MCCs Auxiliares 480 V

# Parte III – Considerações Finais

O sistema elétrico da P-80 foi estruturado para permitir flexibilidade operacional, garantindo ao mesmo tempo seletividade e confiabilidade. Destacam-se:  
- As configurações em 'II' e 'L', com intertravamentos que evitam paralelismos indevidos.  
- O uso de back-feeders para alimentar Topside a partir de Hull em contingência (Nota 32).  
- A obrigatoriedade de sincronismo (Função 25) antes do fechamento de disjuntores de interconexão.  
- O uso de HRG (High Resistance Grounding) em 13.8 kV e 6.6 kV.  
- A proteção por EFI/IMD em todos os switchgears de 480 V e MCCs, com lógica de desabilitação em 'L'.  
- A necessidade de pré-magnetização para energização de transformadores de grande porte (Nota 34).

Este documento consolida a visão geral e as análises individuais de cada painel, incluindo as seções por barramento, cargas alimentadas, derivação de transformadores, notas e intertravamentos. Serve como base para engenharia de detalhe, comissionamento e operação da unidade.