NOTA DE APLICAÇÃO · EDIÇÃO BRASILEIRA

Fontes de alimentação para data centers

Arquitetura CA e CC, redundância N+1 e monitoramento remoto — as famílias MEAN WELL por trás do rack

O data center deixou de ser um conjunto de servidores com uma fonte redundante atrás do rack. É um sistema elétrico completo, com geração de emergência, conversão em vários estágios, armazenamento e refrigeração líquida disputando o mesmo painel. Esta nota mostra que famílias MEAN WELL entram em cada estágio — na arquitetura tradicional em corrente alternada e na arquitetura mais recente em corrente contínua de alta tensão — e o que cada uma exige do projeto.

REDUNDÂNCIA
N+1
Paralelismo com divisão ativa de corrente e troca de módulo com o sistema em serviço.

MONITORAMENTO
40 fontes
Por controlador CMU2/CMU2C — PMBus, CANbus, RS-485 e Ethernet/Modbus TCP.

BARRAMENTO CC
250–1500 Vcc
Faixa de entrada ultra-larga dos conversores que alimentam periféricos do lado CC do rack.

CÓDIGO	NA-DC-BR
REVISÃO	01
EMISSÃO	09/2026
IDIOMA	Português (BR)
BASE	Nota do fabricante 2026.05.29 Traduzida e ampliada a partir de *Power Supply Solutions for Data Centers*, Mean Well Technical Service Center / Brian Lu, 29/05/2026, com dados acrescentados das folhas de especificação, dos manuais de instalação da série e do material técnico da LRI.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Sumário

01 **O que um data center exige da fonte hoje**
Disponibilidade acima de tudo · eficiência e o custo que não aparece na etiqueta · densidade

02 **A linha em números — duas arquiteturas, seis famílias**
CA com UPS e diesel · CC com barramento HVDC · mapa das famílias por estágio

03 **Refrigeração do UPS trifásico: a série XTR**
Por que trifásica · resistência a surto de partida do inversor · números confirmados da classe 240

04 **Potência distribuída em rack: DHP-1UT-B e o módulo NCP-3200**
Anatomia da prateleira · o módulo 2-em-1 · bombas BLDC e ventiladores do RDHx

05 **O barramento HVDC de 800 Vcc: RSDH e DDRH**
Por que corrente contínua em alta tensão · os conversores que alimentam os periféricos do BESS

06 **Hidrogênio para célula a combustível: SHP-30K**
Substituindo diesel e bateria · o System Power Solution · o exemplo de 130 kW do fabricante

07 **Redundância N+1 e paralelismo**
A regra de dimensionamento · aplicada à DHP-1UT-B · o fator 0,9 · o ORing FET opcional da XTR

08 **Troca de módulo a quente (hot-swap)**
O que continua energizado · o que a folha da prateleira não confirma · procedimento

09 **Monitoramento e comunicação: CMU2 e CMU2C**
O que ele mostra e o que ele não protege · PMBus/CANbus · contato seco · acesso remoto via Ethernet

10 **Integração no rack: ar, temperatura e corredor quente/frio**
Os quatro números do fabricante · o vão sem painel cego · altitude

11 **Armadilhas de especificação**
Os dez enganos que aparecem em projeto e em campo

12 **Aplicações típicas, resumo e suporte no Brasil**

13 **Referências**

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 1

O que um data center exige da fonte hoje

Com a demanda disparada pela inteligência artificial, o data center deixou de ser infraestrutura de apoio e passou a concentrar investimento, risco e prazo de entrega. O crescimento não afeta só o próprio setor: pressiona a cadeia de suprimento de energia inteira e abre espaço para setores vizinhos — armazenamento em bateria, célula a combustível, refrigeração líquida — que passam a fazer parte do mesmo projeto elétrico.

1.1 Disponibilidade acima de tudo

Um data center não para. A fonte que alimenta o UPS, o retificador que carrega o banco de baterias e o conversor que energiza o controlador de um sistema de armazenamento têm, todos, o mesmo requisito de fundo: a falha de uma unidade não pode virar a falha do sistema. É esse requisito que torna redundância N+1, paralelismo com divisão ativa de corrente e troca de módulo com o sistema em serviço um vocabulário obrigatório nesta nota — e não um recurso opcional de catálogo.

1.2 Eficiência e o custo que não aparece na etiqueta

Cada ponto percentual perdido na conversão de energia — da rede até o processador — vira calor, e calor extra na sala fria é mais um watt de refrigeração cobrado do sistema. A eficiência de cada estágio de conversão, do retificador do UPS ao conversor CC/CC que alimenta um periférico do barramento, entra direto na conta de energia total consumida pela instalação acima da carga útil de TI — a métrica que o setor resume na sigla PUE (*Power Usage Effectiveness*). Esta nota não declara um PUE-alvo, porque nenhuma fonte consultada faz essa conta pelo projetista; o que ela traz é a eficiência declarada de cada família, verificada folha por folha, para que a conta possa ser feita.

1.3 Densidade: a fonte como elemento de sistema

Um rack de compute de alta densidade concentra dezenas de quilowatts num espaço que, poucos anos atrás, alimentava uma fração disso. Isso empurra a fonte de alimentação para fora do modelo de “uma unidade, uma carga” e para dentro do modelo de sistema: prateleiras que aceitam múltiplos módulos em paralelo, controladores que enxergam quarenta fontes ao mesmo tempo, e um barramento de cobre dimensionado para centenas de ampères — não mais um borne parafusado.

O que a nota do fabricante descreve

A nota de origem separa duas infraestruturas. Na **infraestrutura em corrente alternada**, a rede trifásica de 400–480 Vca alimenta um gerador diesel de backup, um sistema UPS online em CA e a refrigeração líquida do rack. Na **infraestrutura em corrente contínua**, um transformador de estado sólido converte a rede diretamente para um barramento de 800 Vcc, e um sistema de armazenamento em bateria (BESS) substitui o UPS — com ganho declarado de alguns pontos percentuais de eficiência. As duas arquiteturas recebem o capítulo seguinte.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 2

A linha em números — duas arquiteturas, seis famílias

A nota do fabricante cobre um número pequeno de famílias, cada uma resolvendo um problema de conversão específico dentro do data center — não uma linha única com variantes de potência, como nas notas de aplicação de outras séries. O mapa abaixo situa cada uma no estágio em que ela entra.

INFRAESTRUTURA EM CA

Rede trifásica 400–480 Vca → gerador diesel de backup (N+1) → UPS online CA em série com a rede → sala de servidores → refrigeração líquida com RDHx (trocador de calor de porta traseira) no rack de alta densidade.

INFRAESTRUTURA EM CC

Rede → transformador de estado sólido (SST) → barramento HVDC de 800 Vcc → distribuição direta às PDUs → racks de compute com RDHx ativo; BESS de 800 Vcc substitui o UPS, com célula a combustível como alternativa ao diesel.

FIG. 1 As duas arquiteturas descritas na nota de origem do fabricante. A LRI não verificou independentemente os diagramas do fabricante — o resumo abaixo é a leitura do texto da nota.

MAPA DAS FAMÍLIAS POR ESTÁGIO DO DATA CENTER

FAMÍLIA	O QUE É	ONDE ENTRA	POTÊNCIA / FAIXA
XTR	Fonte industrial trifásica, trilho DIN	Ventilação do gabinete UPS — bombeia ar sobre a eletrônica de potência	180–960 W conforme a classe e a saída (cap. 3)
DHP-1UT-B + NCP-3200	Prateleira de rack 1U + módulo fonte/carregador 2-em-1	Potência distribuída para bombas BLDC e ventiladores da refrigeração líquida	até 12.768 W (24 V) / 12.864 W (48 V) por prateleira, até 10 em paralelo
RSDH-150 / RSDH-300	Conversor CC/CC, caixa fechada, entrada ultra-larga	Periféricos do barramento HVDC — EMS, displays, controladores do BESS	120–300 W · entrada 250–1500 Vcc
DDRH-120 / DDRH-240	Conversor CC/CC, trilho DIN, entrada ultra-larga	Mesma função do RSDH, em formato de trilho DIN para o painel	101–240 W · entrada 250–1500 Vcc
SHP-30K	Fonte de sistema monobloco, 19" 2U	Eletrólise para geração de hidrogênio da célula a combustível	19.000–30.000 W · até 12 unidades em paralelo (285 kW+)
CMU2 / CMU2C	Controlador de sistema	Monitoramento e comando central de qualquer um dos racks acima	até 40 fontes por controlador (48 conforme a aplicação)

> **AVISO**
>
> As potências e faixas da tabela vêm das folhas de especificação e do material técnico da LRI para cada família (capítulos 3 a 6). A nota original do fabricante não publica uma tabela comparativa única com esses números — ela cita cada produto no texto corrido, junto da aplicação. Esta tabela é uma construção desta nota, não uma reprodução do documento original.

2.1 O que as duas arquiteturas têm em comum

Independentemente de o barramento ser CA ou CC, três exigências se repetem em toda família desta nota: capacidade de operar em paralelo com divisão ativa de corrente, possibilidade de redundância

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

N+1 dimensionada (não apenas “um módulo a mais”) e alguma forma de monitoramento que leve o estado da fonte até a supervisão antes que a falha vire indisponibilidade. Os capítulos 7 a 9 tratam dessas três exigências de forma transversal, depois que os capítulos 3 a 6 apresentam cada família.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 3

Refrigeração do UPS trifásico: a série XTR

A nota do fabricante situa a XTR num ponto específico do gabinete UPS: “o sistema UPS online é um armário trifásico escalável de 250 kW que encerra o inversor de alta potência, o carregador de bateria e os pacotes de bateria. Para resfriar a eletrônica de potência interna, costuma-se usar a XTR-480-24 para alimentar múltiplos ventiladores CC de 24 V/50 W, porque a XTR-480-24 tem entrada trifásica e suporta o surto de tensão momentâneo do inversor durante a partida.”

3.1 Por que trifásica, e por que resistente a surto

Um gabinete UPS de centenas de quilowatts recebe a mesma alimentação trifásica que o resto da instalação — alimentar a ventilação interna com uma derivação monofásica adicionaria um circuito e um ponto de falha a mais. A XTR resolve isso entrando direto nas três fases. O segundo requisito — tolerar o surto do próprio inversor na partida — é o que a nota do fabricante credita à XTR-480-24 especificamente: o inversor de alta potência do UPS impõe um transitório momentâneo de tensão quando energiza, e a fonte de ventilação precisa sobreviver a ele sem desligar — senão a própria eletrônica que ela deveria resfriar superaquece.

> **AVISO — O QUE FOI CONFIRMADO E O QUE NÃO FOI**
>
> O datasheet lido integralmente nesta pesquisa é o da **XTR-240-12**, não o da **XTR-480-24** citada pelo fabricante para esta aplicação. A tolerância a surto (320–600 Vca, com pico admitido até 700 Vca por 1 s) e o comportamento trifásico são características declaradas para a família XTR como um todo nos manuais consolidados da LRI, e por isso são repetidos aqui — mas o valor exato de potência, corrente de inrush e eficiência da XTR-480-24 em 24 V não foi verificado diretamente nesta pesquisa. Confirme na folha do modelo antes de fechar a especificação.

3.2 Números confirmados — classe 240, saída 12 V

A tabela abaixo reproduz o datasheet da XTR-240-12, o único modelo da família lido por inteiro nesta pesquisa. Serve de referência de ordem de grandeza para a classe — não de valor exato para outra variável de saída ou outra classe de potência.

XTR-240-12 — ÚNICO MODELO COM DATASHEET LIDO INTEGRALMENTE NESTA PESQUISA

PARÂMETRO	VALOR
Entrada	Trifásica, 320–600 Vca (surto até 700 Vca por 1 s) · 450–800 Vcc · 47–63 Hz
Saída	12 Vcc · 15 A nominal · 180 W (não 240 W — ver aviso abaixo)
Pico (5 s)	150 % da potência nominal — 22,5 A / 270 W na variável 12 V
Corrente de inrush	< 10 A a 400 Vca, partida a frio
Eficiência típ.	88,7 %
Temperatura	−40 a +85°C — plena carga até 60°C, derating acima disso
Sobrecarga	105–150 % por mais de 5 s, limitação de corrente constante sem desligar
Sobretensão	15–18 V — modo hiccup, recupera automaticamente
Paralelismo (opcional)	Até 960 W em 3+1 unidades, sob consulta

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

PARÂMETRO	VALOR
Largura	48 mm, trilho TS-35
Garantia	5 anos

CUIDADO

O nome da classe não é a potência da variável. “XTR-240” é o nome da classe, atingido nas saídas de 24, 36 e 48 V; a variável de 12 V entrega 180 W (15 A × 12 V), não 240 W. O mesmo padrão de nomenclatura se repete nas classes 480 e 960 — confira a corrente nominal da variável específica antes de dimensionar, e não o nome da classe.

3.3 Paralelismo e o ORing FET opcional

O manual consolidado de trilho DIN da LRI registra que a classe XTR-240 declara paralelismo opcional, sob pedido especial, e que as classes XTR-480 e XTR-960 declaram paralelismo padrão — sempre na notação “3+1” do fabricante: quatro unidades no barramento, dimensionadas para a carga de três, com a quarta como reserva. A mesma família traz um ORing FET opcional, que desacopla uma unidade em falha das demais sem depender de um módulo de redundância externo — o capítulo 7 detalha a conta.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 4

Potência distribuída em rack: DHP-1UT-B e o módulo NCP-3200

A nota do fabricante descreve o segundo estágio de refrigeração do data center em CA: “a refrigeração é essencial em data centers porque há calor demais gerado pelos servidores. Refrigeração líquida é frequentemente usada. O sistema de rack 19” DHP-1UT-B, de 12,8 kW, é usado para alimentar os motores BLDC da circulação de água quente/fria e os ventiladores CC de 500 W do RDHx.”

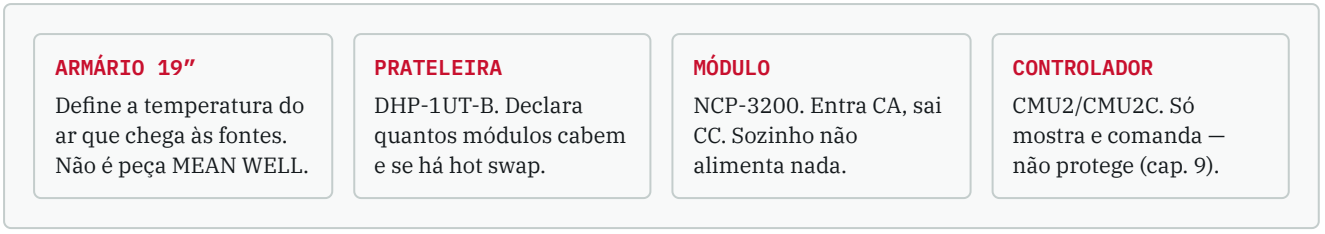


FIG. 2 Anatomia de uma fonte de sistema desta linha: quatro camadas com função, número de peça e modo de falhar diferentes — confundir uma com outra é o erro de compra mais comum na família.

4.1 O que a prateleira é, e o que ela não é

A DHP-1UT-B é uma prateleira de rack 1U que recebe até quatro módulos NCP-3200 — um produto 2-em-1 que combina fonte de alimentação e carregador de bateria no mesmo módulo, com PMBus e CANbus embutidos. Sozinha, a prateleira não alimenta nada: ela fornece o barramento de entrada CA, o barramento de saída CC, o endereçamento e o conector de comunicação para os módulos que forem instalados nela.

DHP-1UT-B — SISTEMA (PRATELEIRA 1U + ATÉ 4 MÓDULOS NCP-3200)

PARÂMETRO	VALOR
Perfil do rack	1U — 400×440×44 mm (sem suporte) / 400×482,6×44 mm (com suporte)
Unidade de potência	NCP-3200 — fonte e carregador de bateria 2-em-1
Capacidade da prateleira	até 4 módulos de 3.200 W — 12.768 W (24 Vcc) ou 12.864 W (48 Vcc)
Corrente máxima de saída	532 A @24 Vcc · 268 A @48 Vcc
Prateleiras em paralelo	até 10, com compartilhamento ativo de corrente
Hot swap	suportado — troca de módulo com o sistema em serviço
Comunicação	PMBus / CANbus embutidos
Entrada	90–264 Vca · 127–400 Vcc · 47–63 Hz
Remote sense	compensa queda de tensão no cabeamento até 0,5 V
Temperatura	−30 a +70°C — com 3 ou 4 módulos em paralelo, cai para 40°C máx. em carga total
Isolação	entrada–saída 3 kVca · entrada–FG 2 kVca · saída–FG 1,5 kVcc
MTBF	3.698.900 h mín. (Telcordia SR-332) · 818.300 h mín. (MIL-HDBK-217F, 25°C)
Peso	4,76 kg (prateleira)
Garantia	5 anos

CUIDADO — DHP-1UT-A NÃO É DHP-1UT-B

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Existe uma prateleira irmã, a **DHP-1UT-A**, com as mesmas dimensões e a mesma capacidade nominal (12.768/12.864 W), mas que usa módulos **separados** — retificador DRP-3200 ou carregador DBR-3200 — em vez do NCP-3200 2-em-1, e só declara PMBus, sem CANbus. Pedir "a prateleira de 12,8 kW" sem o sufixo A/B pode trazer o produto errado para um projeto que precisa de fonte e carregador no mesmo módulo.

4.2 O módulo NCP-3200

O NCP-3200 entrega 3.192 W em 24 V, 3.216 W em 48 V e 3.206,4 W na versão de saída 380 V, com corrente de partida a frio de 55 A a 230 Vca — já limitada por um circuito interno de controle de inrush ("ACTIVE INRUSH CURRENT" no diagrama de blocos da folha). Em sobrecarga entre 105 e 115 % da corrente nominal, o módulo limita a corrente e desliga a saída após 5 segundos — a recuperação exige religar a entrada CA, não basta remover a sobrecarga. A sobretensão de saída desarma entre 31,5 e 37,5 V (24 V) ou 63 e 75 V (48 V) e também exige religar para recuperar.

ADVERTÊNCIA

Numa prateleira sem redundância N+1, os cinco segundos de tolerância à sobrecarga do NCP-3200 viram uma parada completa que só termina religando a entrada CA do módulo — não com um comando do controlador. O capítulo 7 mostra como dimensionar para que isso não aconteça na primeira sobrecarga transitória.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 5

O barramento HVDC de 800 Vcc: RSDH e DDRH

A nota do fabricante descreve o benefício da arquitetura em CC nestes termos: “no data center alimentado em CC, os racks de compute que geram calor continuam presentes, mas são alimentados por 800 Vcc de alta tensão, derivados de um transformador de estado sólido, em vez de 400–480 Vca. A energia em alta tensão CC pode reduzir a corrente, economizando material e perda de potência nos cabos. Além disso, com energia HVDC, um BESS de 800 Vcc substitui o UPS online em CA, o que melhora a eficiência geral em alguns pontos percentuais. Portanto, o HVDC de 800 Vcc pode reduzir custos e diminuir a perda de energia.”

5.1 O que precisa de tensão mais baixa dentro de um barramento de 800 Vcc

Um barramento de 800 Vcc alimenta diretamente os racks de compute, mas não alimenta o que gerencia o próprio sistema: a nota original cita explicitamente o “sistema de gerenciamento de energia (EMS), o display ou os controladores” do BESS como cargas de tensão mais baixa dentro desse mesmo barramento. É aí que entram o RSDH e o DDRH — conversores CC/CC com entrada ultra-larga de 250 a 1500 Vcc, capazes de abaixar o barramento HVDC diretamente para 12, 24, 32 ou 48 Vcc sem um estágio intermediário.

RSDH E DDRH — CONVERSORES CC/CC DE ENTRADA ULTRA-LARGA

SÉRIE	FORMATO	POTÊNCIA	SAÍDA	EFICIÊNCIA TÍP.	ENTRADA
RSDH-150	Caixa fechada	120–150 W	12·24·32·48 Vcc	até 92,0 %	250–1500 Vcc
RSDH-300	Caixa fechada	240–300 W	12·24·32·48 Vcc	até 91,0 %	250–1500 Vcc
DDRH-120	Trilho DIN	101–120 W	12·24·32·48 Vcc	até 91,0 %	250–1500 Vcc
DDRH-240	Trilho DIN	200–240 W	12·24·32·48 Vcc	até 90,0 %	250–1500 Vcc
DDRH-60	Trilho DIN	50–60 W	5·12·24·48 Vcc	até 88,0 %	150–1500 Vcc

> **AVISO — ORIGEM CRUZADA, NÃO CERTIFICAÇÃO DEDICADA**
> As páginas de produto da LRI para RSDH e DDRH descrevem as duas séries como conversores “High Reliable” de aplicação **ferroviária**, certificados EN 50155 — nenhuma delas traz, no material consultado, uma declaração do fabricante específica para data center. A indicação para esse uso vem exclusivamente da nota de origem desta publicação, que aponta a faixa de entrada larga como o que torna a família adequada ao barramento HVDC. Especificações de proteção, dimensões e certificações de cada modelo não foram verificadas nesta pesquisa — confirme na folha antes de especificar.

5.2 Trilho DIN ou caixa fechada

A diferença entre RSDH e DDRH é de formato, não de função: o RSDH é caixa fechada, para montagem direta ou em gabinete próprio; o DDRH é trilho DIN, para entrar no mesmo painel que já aloja disjuntores e outros periféricos do sistema. A faixa de entrada de 250–1500 Vcc é comum às classes de 120 e 240 W de ambas; a classe DDRH-60 estende a faixa para baixo, até 150 Vcc, mas com eficiência mais baixa (88 %) e potência menor.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 6

Hidrogênio para célula a combustível: SHP-30K

A nota do fabricante trata a célula a combustível como alternativa à dupla diesel+BESS: “no data center, módulos de célula a combustível podem ser usados para substituir tanto o gerador diesel quanto o BESS, porque a saída da célula a combustível pode durar até dias com hidrogênio, frequentemente entregue de uma geração fora do local. Além disso, a célula a combustível não exige tempo de espera e custa menos que o BESS em grande porte. A solução System Power da MEAN WELL consiste em 8 unidades SHP-30K-55 em paralelo, entregando 130 kW de potência para acionar os módulos de eletrólise que geram o hidrogênio fora do local, rapidamente, para a célula a combustível.”

6.1 O que a família SHP-30K é

SHP-30K é uma classe de potência de 19.000 a 30.000 W, dentro do agrupamento que o catálogo MEAN WELL chama “SHP-30K-HV”, com quatro variáveis de saída — 55, 115, 230 e 380 V — e eficiência declarada de até 97,0 %. A eletrólise do exemplo do fabricante usa a variável de 55 Vcc; a tabela abaixo reproduz a variável de 230 Vcc, a única lida integralmente nesta pesquisa.

SHP-30K-230 — VARIÁVEL COM DATASHEET LIDO INTEGRALMENTE NESTA PESQUISA

PARÂMETRO	VALOR
Saída	230 Vcc (padrão de fábrica) · 130,5 A nominal · 0–139 A
Potência nominal	30.000 W
Entrada	trifásica 3 ou 4 fios · 340–530 Vca · 47–63 Hz
Fator de potência típ.	≥ 0,965 @400/480 Vca em carga plena
Eficiência típ.	97 %
Corrente de inrush	60 A @400 Vca · 80 A @480 Vca
Pico	até 120 % da potência nominal por curta duração
Sobrecarga	> 105 % por mais de 5 s desliga a saída — religar para recuperar
Compartilhamento de corrente	ativo, até 12 unidades em paralelo (285 kW+)
Temperatura	−30 a +70°C, com derating
MTBF	188.100 h mín. (Telcordia SR-332) · 20.900 h mín. (MIL-HDBK-217F)
Dimensões / peso	540×424×83,5 mm, 2U 19" · 23,4 kg
Garantia	5 anos

> AVISO
> Os números de eficiência, fator de potência, inrush, MTBF e dimensões acima são específicos da variável **SHP-30K-230**. A página de produto declara a classe SHP-30K-HV inteira — 55, 115, 230 e 380 V — na mesma faixa de potência (19–30 kW) e eficiência (até 97,0 %), mas os valores exatos da variável **-55** usada na eletrólise não foram lidos diretamente do datasheet específico nesta pesquisa.

6.2 A conta do exemplo do fabricante

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Oito unidades SHP-30K-55 entregando 130 kW significa cerca de 16,25 kW por unidade — bem abaixo da faixa de 19 a 30 kW de cada módulo. Não é perda de eficiência: é dimensionamento com folga, comum quando o objetivo é corrente disponível para o eletrolisador em regime variável, não a potência máxima de cada unidade. O número de 130 kW é o que a nota do fabricante declara — esta nota não o recalcula nem o corrige.

System Power Solution

É como a MEAN WELL chama a combinação de módulos de sistema (RCP, NCP, DPU, SHP), prateleiras de rack (DHP-1UT, RKP, RHP) e controladores (CMU2, RKP-CMU1) em um conjunto único de compra e monitoramento. É a mesma família de produto por trás da DHP-1UT-B do capítulo 4 — as regras de redundância N+1 e paralelismo do capítulo 7 se aplicam a ela também, ainda que o manual consolidado consultado nesta pesquisa não publique a fórmula de N+1 já calculada para o SHP-30K especificamente.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 7

Redundância N+1 e paralelismo

Nenhuma das seis famílias desta nota entrega redundância por padrão. Redundância é uma conta de dimensionamento — e a conta é a mesma, publicada no manual consolidado de fontes de sistema da LRI, para toda a linha System Power.

7.1 A regra

Prática de engenharia

$$P(\text{carga}) \leq (N - 1) \times P(\text{módulo}) \times 0{,}9$$

A carga tem de caber nos módulos que restam depois de remover um, já aplicado o fator de soma de 0,9 que a divisão de corrente nunca perfeita impõe. O módulo de reserva custa a fração de capacidade útil correspondente — numa prateleira de quatro módulos, um quarto; numa de cinco, um quinto. Quanto mais módulos por prateleira, mais barata a redundância.

SEM REDUNDÂNCIA — 3 MÓDULOS PARA 3 MÓDULOS DE CARGA

Disponível: 3.840 W (com um módulo removido)
Carga: 5.760 W
Sobrecarga nos que ficaram — limitação, desligamento em 5 s.

N+1 — 3 MÓDULOS DE CARGA, 4 INSTALADOS

Disponível: 5.760 W (com um módulo removido)
Carga: 4.300 W
A carga nem percebe — os três restantes assumem.

FIG. 3 N+1 não é comprar um módulo a mais — é dimensionar a carga para caber nos módulos que restam depois que um falha. À direita, a carga cabe nos três módulos que ficaram.

7.2 Aplicada à DHP-1UT-B

REDUNDÂNCIA N+1 APLICADA À DHP-1UT-B — SAÍDA 24 VCC

SISTEMA	MÓDULOS	CAPACIDADE SEM REDUNDÂNCIA	CARGA MÁXIMA COM N+1
DHP-1UT-B, 24 V	4 × 3.192 W	12.768 W	8.618 W

Com quatro módulos NCP-3200 de 3.192 W em 24 V, a prateleira soma 12.768 W sem redundância. Em N+1, a carga máxima projetada cai para 3 × 3.192 × 0,9 = 8.618 W — pouco mais de dois terços da capacidade instalada. É o preço da redundância, e vale saber disso no orçamento, não na primeira manutenção.

PERIGO

O modo de falha mais comum num sistema N+1 bem dimensionado é térmico, e ele derruba todos os módulos de uma vez. Redundância de módulo protege contra falha independente de um módulo; temperatura ambiente alta é falha comum, que atinge todos simultaneamente. É por isso que o capítulo 10 — ar e temperatura — precisa ser lido antes de fechar o dimensionamento de redundância.

7.3 O que a redundância faz com a corrente de partida

Um módulo a mais é uma partida a mais. Numa DHP-1UT-B dimensionada como 3+1, a partida somada passa de 165 A para 220 A (55 A por módulo NCP-3200, a 230 Vca, soma aritmética — o pior

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

caso de projeto). A escolha do disjuntor e da curva de disparo tem de ser refeita com o número de módulos instalados, não com o número necessário para a carga.

7.4 Paralelismo nas outras famílias

A XTR-480 e a XTR-960 declaram paralelismo padrão em notação “3+1”, com um ORing FET opcional que desacopla a unidade em falha sem precisar de módulo de redundância externo — diferente da DHP-1UT-B, que depende do compartilhamento ativo de corrente da própria prateleira. O SHP-30K declara compartilhamento ativo de corrente para até 12 unidades (285 kW+), mas o material consultado nesta pesquisa não publica o fator de soma nem a fórmula de N+1 específica da família — aplique o mesmo princípio do §7.1 e confirme o fator exato na folha do modelo.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 8

Troca de módulo a quente (hot-swap)

A troca de um módulo com o rack em serviço — hot swap, ou *hot plug* — é o recurso que permite manutenção num data center que não pode parar. Depende de duas coisas declaradas separadamente: um FET de or-ing no módulo, que desacopla a saída do barramento comum sem diodo externo, e um slot com conector projetado para inserção e retirada com tensão presente na própria prateleira.

Continua energizado: o barramento CA de entrada da prateleira · o barramento CC de saída, na tensão nominal · os contatos do conector do slot que ficou vazio · as demais prateleiras do armário · o controlador e os cabos de comunicação.

O que muda: um módulo a menos dividindo a corrente. Se o sistema não for N+1, os que ficam entram em sobrecarga (capítulo 7).

FIG. 4 O que continua energizado durante a troca de um módulo a quente — e por que ela não é procedimento de desenergização da NR-10.

PERIGO

Retirar um módulo não desenergiza nada. O barramento continua vivo, e é ele que mata. A remoção a quente não é procedimento de desenergização e não dispensa nenhuma etapa da NR-10 para qualquer trabalho além da própria troca do módulo. Tirar o módulo e, em seguida, mexer na fiação, no barramento ou nos terminais é intervenção em circuito energizado.

8.1 Onde o hot swap está declarado — e onde não pôde ser confirmado

AVISO — LACUNA HERDADA DO MANUAL DO FABRICANTE

O manual consolidado de fontes de sistema da LRI registra que o próprio fabricante não publica folha de especificação própria para a prateleira DHP-1UT-B nem para o chassi SHP-30K — apenas para os módulos que entram neles (NCP-3200, etc.). O hot swap está confirmado para o **módulo** NCP-3200 (via material de enriquecimento técnico da LRI, derivado da página de produto) e citado para a família como um todo, mas a declaração formal de hot swap no nível da **prateleira** — como acontece nas folhas de RCP-1U, RHP-1U e RKP-1U dessa mesma linha — não pôde ser verificada diretamente para a DHP-1UT-B nem para o SHP-30K nesta pesquisa. Ter FET de or-ing no módulo não basta: sem a prateleira declarar o recurso, não há remoção a quente. Confirme com a LRI antes de escrever um procedimento de manutenção que troque módulo em operação.

8.2 Procedimento, em linhas gerais

1. Confirme no controlador (ou pelo LED frontal) qual módulo vai sair — trocar o errado derruba um módulo bom e deixa o defeituoso no lugar.
2. Confirme que o sistema é N+1 e que a carga cabe nos módulos restantes (capítulo 7). Se não for, a troca exige parada programada.
3. Prepare o módulo de reposição — mesma série, mesma tensão de saída.
4. Puxe o módulo pela alça, num movimento firme e contínuo. Não introduza a mão, ferramenta ou qualquer objeto no slot vazio.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5. Insira o módulo novo segurando pela alça, até o clique.
6. Confirme o DC-OK do slot e a divisão de corrente no controlador. Registre a troca: data, posição, número de série que saiu e que entrou.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 9

Monitoramento e comunicação: CMU2 e CMU2C

O controlador é o que transforma um conjunto de fontes num sistema com um painel único de supervisão. Nesta linha, esse papel é do CMU2 e do CMU2C — versões do mesmo controlador, diferenciadas por formato de montagem e conjunto de portas.

> **AVISO**
>
> O controlador não protege nada. Ele mostra e comanda. A proteção contra sobrecarga, sobretensão e sobretemperatura é interna a cada módulo e atua com ou sem controlador instalado. Especificar o CMU2 "para proteger o sistema" é comprar a coisa certa pelo motivo errado, e projetar como se ele fosse camada de segurança é erro de projeto.

CMU2C-P — CONTROLADOR COM LCD DE 7", DATASHEET LIDO INTEGRALMENTE

PARÂMETRO	VALOR
Entrada	85–264 Vca · 120–370 Vcc · 47–63 Hz
Display	LCD TFT de 7", 800×480, touch capacitivo
Comunicação	2×PMBus (v1.1) · 2×CANbus (2.0B) · 2×USB · RS-232 · RS-485 · Ethernet 10/100
Servidor web embutido	TCP/IP, NTP, SMTP, Modbus TCP
Cartão de log	SDHC até 32 GB, dados e eventos
Relés programáveis	4 canais, 30 V / 1 A
E/S analógica	5 canais 0–10 V, 12 bits (entrada e saída)
E/S digital	5 canais cada, coletor aberto
Fontes monitoradas	até 40 em paralelo (48 conforme a aplicação)
Temperatura	−25 a +60°C
MTBF	680.000 h mín. (Telcordia TR/SR-332)
Garantia	5 anos

9.1 Duas camadas de monitoramento, e só uma delas depende de software

A camada digital — PMBus v1.1 e CANbus 2.0B, sob encomenda — lê tensão, corrente, temperatura e rotação do ventilador de cada módulo, e ajusta tensão, limite de corrente e liga/desliga da saída. Depende de endereço correto, cabo e firmware compatível entre controlador e fonte. A camada de contato seco — sinais TTL isolados AC-OK, DC-OK, T-ALARM e FAN-FAIL — funciona sem rede, sem endereço e sem controlador: é o que continua informando o estado da fonte mesmo se o CMU2 estiver fora de serviço.

9.2 Acesso remoto

O servidor web embutido do CMU2/CMU2C fala TCP/IP, NTP, SMTP e Modbus TCP pela porta Ethernet — a via pela qual a supervisão central do data center lê o estado do rack sem estar no local. O registro de eventos e dados fica em cartão SDHC de até 32 GB, com data e hora mantidas por supercapacitores enquanto houver alimentação.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CUIDADO

O relógio de tempo real do CMU2 é mantido por supercapacitores que duram 7 dias sem alimentação. Passado esse prazo, a data precisa ser reajustada — e um registro de eventos com data errada não serve para análise de falha depois de uma queda de energia prolongada.

9.3 Quantas fontes por porta

O material técnico consolidado da LRI registra um limite prático ligado à topologia DHP-1UT-B: uma única porta do CMU2C monitora no máximo quatro prateleiras — 16 módulos NCP-3200. Um conjunto maior se divide em grupos, cada um numa porta diferente do controlador, com resistor de terminação na última unidade de cada ramo. O limite de quantas fontes um controlador enxerga é publicado na folha do **módulo**, não na do controlador — confira sempre os dois documentos antes de dimensionar um sistema grande.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 10

Integração no rack: ar, temperatura e corredor quente/frio

Uma fonte de sistema é uma máquina de ar: os módulos sopram todos no mesmo sentido, do painel frontal para a traseira, e o armário e a sala precisam concordar com isso — senão o ar quente de uma prateleira vira o ar de admissão da vizinha.

Os quatro números do manual do fabricante

“Garanta que o ambiente de trabalho esteja abaixo de 35°C.” · “Não obstrua nenhum dissipador. São necessários no mínimo 15 cm para ventilação adequada.” · “Não deixe espaço aberto acima ou abaixo da fonte de sistema dentro do armário — instale o painel cego.” · “Use a porta perfurada para instalar a fonte de sistema dentro do armário.” Os 35°C são do manual de instalação, não das folhas de especificação: acima disso o sistema continua operando, mas em derating, conforme a curva de cada modelo.

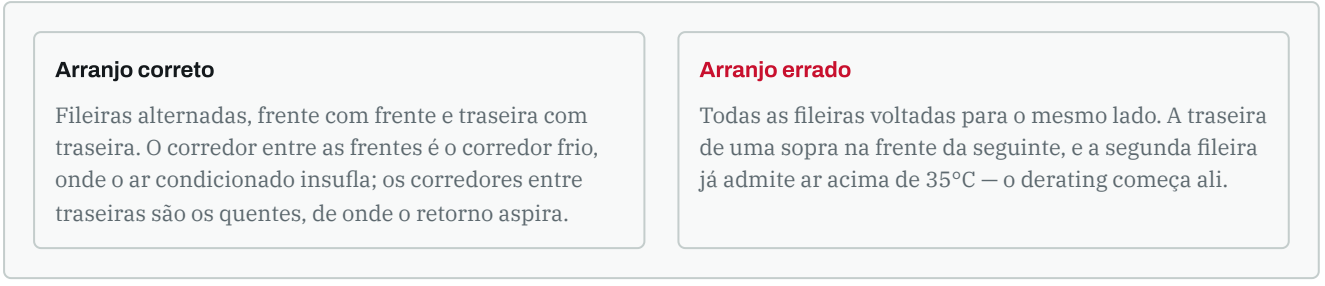


FIG. 5 Corredor frio e corredor quente: o arranjo em que a exaustão de uma fileira não alimenta a admissão da fileira seguinte.

10.1 O vão sem painel cego

Um vão sem painel cego cria um caminho curto entre a traseira quente e a frente fria do armário. O ar de exaustão contorna a prateleira e volta para a admissão dos módulos, que passam a respirar o próprio ar quente. A consequência aparece primeiro como LED vermelho piscante no módulo — aviso de 60°C internos, que ainda não é falha — e depois como potência reduzida pela curva de derating.

> **AVISO**
> O erro mais comum de campo não é térmico de projeto: é um feixe de cabos amarrado verticalmente na traseira do armário, exatamente em frente às saídas de ar. Passe o cabeamento pelas laterais e use guias horizontais nos vãos, não no caminho da exaustão.

10.2 Altitude

Todos os módulos de prateleira desta linha têm ventilador próprio, o que fixa o derating de altitude em 5°C a cada 1.000 m acima de 2.000 m — contra 3,5°C/1.000 m nos modelos sem ventilador, como as famílias de trilho DIN dos capítulos 3 e 5. A correção é cumulativa com o derating por temperatura ambiente: um sistema a 3.000 m num ambiente de 35°C se comporta como um sistema ao nível do mar a 40°C.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 11

Armadilhas de especificação

Os enganos abaixo aparecem repetidamente em projeto e no material de venda. Todos decorrem de ler o resumo comercial da família em vez da folha de especificação do modelo exato.

#	O ENGANO	O QUE É DE FATO
01	“DHP-1UT é DHP-1UT”	São duas prateleiras diferentes. A -A usa módulos separados DRP-3200/DBR-3200, só PMBus; a -B usa o NCP-3200 2-em-1, com PMBus e CANbus.
02	“XTR-240 entrega 240 W em qualquer saída”	O nome é da classe. A variável de 12 V entrega 180 W (15 A×12 V) — confirmado no datasheet lido integralmente.
03	N+1 é comprar um módulo a mais	N+1 é dimensionar a carga para caber em N−1 módulos, com o fator 0,9 aplicado. Sem essa conta, a redundância funciona até a primeira manutenção.
04	Somar os nominais no paralelismo	Quatro módulos de 3.192 W não entregam 12.768 W úteis em N+1 — entregam 3×3.192×0,9 = 8.618 W. O fator 0,9 não é opcional.
05	RSDH/DDRH são certificados para data center	São certificados e comercializados como família ferroviária (EN 50155). A indicação para barramento HVDC vem da nota de origem do fabricante, não do datasheet do produto.
06	SHP-30K-55 e SHP-30K-230 têm a mesma folha	São variáveis de saída diferentes da mesma classe HV. Os números detalhados desta nota (eficiência, inrush, MTBF) vêm da variável -230, lida integralmente — confira a folha da -55 antes de especificar a eletrólise.
07	Hot swap da prateleira é o mesmo do módulo	Ter FET de or-ing no módulo não basta: sem a prateleira declarar hot swap, não há remoção a quente. Para DHP-1UT-B e SHP-30K, essa declaração no nível da prateleira não pôde ser confirmada nesta pesquisa (cap. 8).
08	Confundir HSP com SHP	São siglas parecidas e produtos diferentes — HSP é família de caixa fechada, SHP é a família de sistema desta nota. O erro já apareceu em outro documento técnico da LRI.
09	Remoção a quente é desenergização	Não é. O barramento CA de entrada, o barramento CC de saída e as demais prateleiras continuam vivos. Qualquer trabalho além de puxar e inserir o módulo exige a sequência completa da NR-10.
10	Dimensionar o disjuntor pela corrente de operação	A corrente que derruba o disjuntor é a de partida somada de todos os módulos energizados no mesmo instante, não a de operação em regime (cap. 7.3).

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 12

Aplicações típicas, resumo e suporte no Brasil

As aplicações abaixo são as quatro citadas explicitamente na nota de origem do fabricante, uma por família.

AC · UPS

Ventilação do gabinete UPS trifásico

XTR alimentando ventiladores CC que resfriam o inversor e o carregador de bateria do UPS online.

AC · CC

Refrigeração líquida do rack

DHP-1UT-B/NCP-3200 acionando bombas BLDC e ventiladores do trocador de calor de porta traseira (RDHx).

CC · HVDC

Periféricos do barramento de 800 Vcc

RSDH/DDRH abaixando o barramento HVDC para alimentar EMS, display e controladores do BESS.

CC · H_2

Eletrólise para célula a combustível

SHP-30K em paralelo acionando os stacks de eletrólise que geram hidrogênio fora do local.

Com respaldo documental do material técnico consolidado da LRI, cabem ainda as aplicações declaradas nas páginas de produto de cada família: telecomunicações e redes sem fio, sistemas de potência distribuída em geral, estações de carregamento de veículos elétricos, UPS em CC de grande porte, tratamento de água e sistemas de energia renovável (eólica e solar) — todas compartilhando com o data center a mesma exigência de fundo: disponibilidade acima de tudo.

Data center não é mais um caso de uso periférico da linha de fontes de sistema MEAN WELL — é o caso de uso que a própria fábrica passou a nomear em nota de aplicação dedicada. A oferta cobre os dois desenhos de infraestrutura, em CA e em CC, com as mesmas três exigências transversais: paralelismo com divisão ativa de corrente, redundância N+1 dimensionada e monitoramento que leve o estado da fonte até a supervisão antes da falha.

Para seleção de modelo, confirmação de folha de especificação, dimensionamento de redundância e disjuntor, e suporte de aplicação, fale com a equipe técnica antes de fechar a especificação.

REDUNDÂNCIA

N+1

Paralelismo com fator 0,9 e troca de módulo com o sistema em serviço.

BARRAMENTO CC

800 Vcc

HVDC do lado CC — RSDH/DDRH abaixam para 12–48 Vcc nos periféricos.

MONITORAMENTO

40 fontes

Por controlador CMU2/CMU2C — PMBus, CANbus e Ethernet/Modbus TCP.

Mean Well Brasil · LRI Automação Industrial

Site: meanwellbrasil.com.br
Telefones: (51) 2129-3000 · (11) 4020-2470
E-mail: vendas@lri.com.br

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

CAPÍTULO 13

Referências

- MEAN WELL — *Power Supply Solutions for Data Centers*, Technical Service Center / Brian Lu, 29/05/2026. Documento de origem desta nota.
- MEAN WELL — *System Power Installation Manual*, 2024.03 Ver 1 — via manual consolidado **MI-SYS-BR** “Fontes de Sistema” (LRI, 09/2026): redundância N+1, paralelismo, hot-swap, endereçamento e monitoramento dos módulos RCP/NCP/DHP-1UT-B/SHP-30K e dos controladores CMU2/CMU2C/RKP-CMU1.
- MEAN WELL — manual consolidado de trilho DIN — via **MI-DIN-BR** (LRI, 09/2026): faixa de entrada, temperatura, paralelismo e ORing FET opcional da série XTR.
- Folhas de especificação lidas integralmente nesta pesquisa: XTR-240-12, DHP-1UT-B, NCP-3200, CMU2C-P, SHP-30K-230.
- Páginas de produto MEAN WELL hospedadas pela LRI (meanwell.lri.com.br/produtos): séries RSDH, DDRH e SHP-HV — potência, tensão de saída e eficiência por classe.
- Material técnico de enriquecimento LRI, confiança alta (leitura direta de datasheet): famílias #7 (CMU2), #37 (SHP-30K), #48 (XTR), #80/#81 (DHP-1UT-A/B).
- Normas citadas: IEC/EN 62368-1 · EN 50155 (RSDH/DDRH, aplicação ferroviária declarada) · SEMI F47 (referência de projeto do NCP-3200) · IEC 60898-1 / IEC 60947-2 (curvas de disjuntor).
- Brasil: ABNT NBR 5410 e NR-10 para a instalação e a intervenção no painel.

> **AVISO**
>
> Todos os valores desta nota vêm de documentos do fabricante ou de material técnico da LRI derivado diretamente deles. Onde um dado não pôde ser confirmado — a potência exata da XTR-480-24 citada pelo fabricante, a declaração de hot swap no nível da prateleira DHP-1UT-B e do chassi SHP-30K, o fator de soma do paralelismo do SHP-30K e as especificações detalhadas de proteção e certificação do RSDH e do DDRH — isso está declarado no texto, capítulo a capítulo.
>
> A folha de especificação do modelo que você vai instalar é a autoridade final.

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000