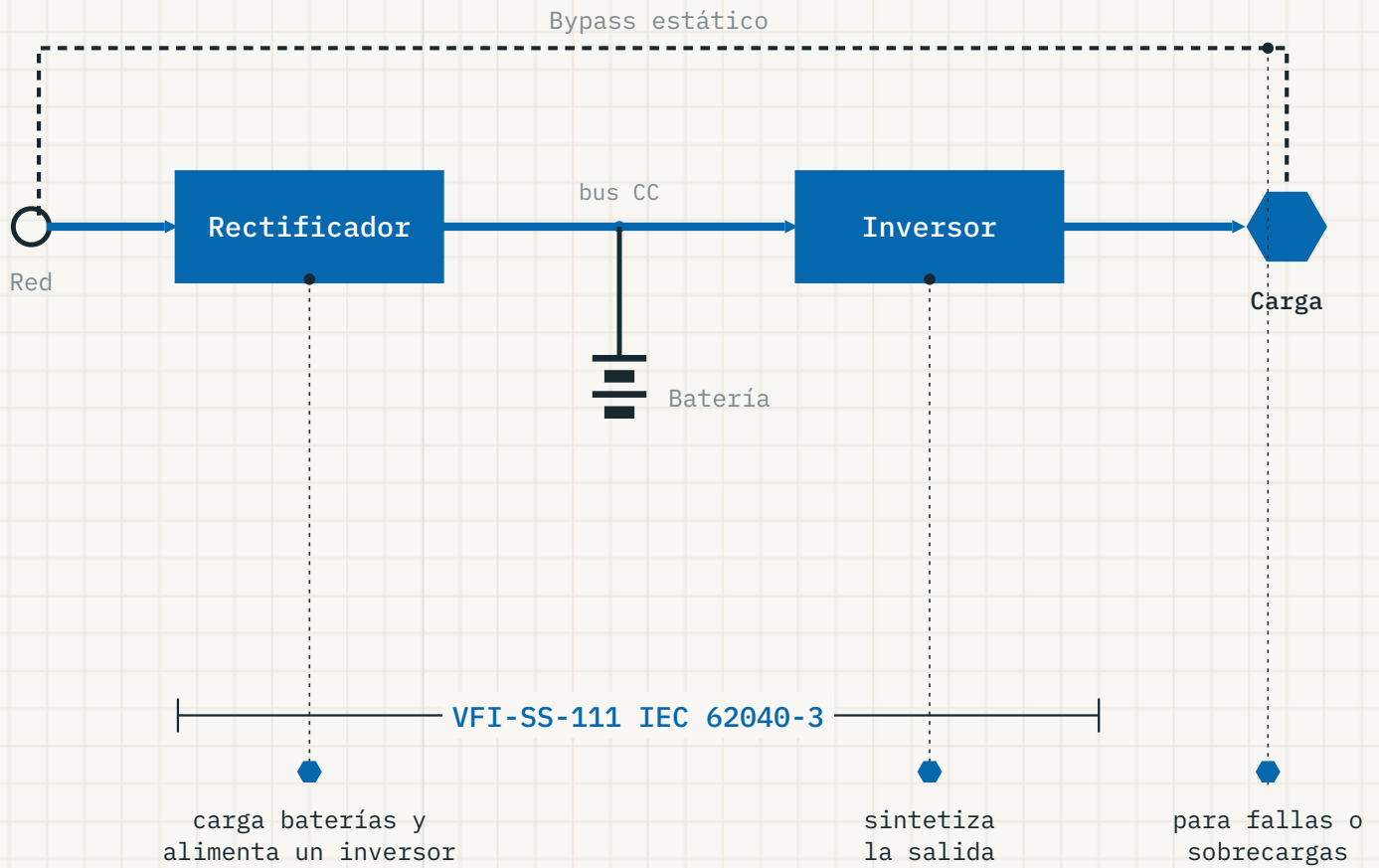




TOPOLOGÍAS DE UPS:

QUÉ PROTEGE Y QUÉ NO CADA ARQUITECTURA

Cómo elegir entre respaldo económico, regulación automática y doble conversión en línea —y dónde entra la redundancia N+1—, con la línea real que Ingelmech representa e instala en Honduras.

Serie
Infraestructura crítica

Publicación
Octubre 2026

Lectura
12 min

Nivel
Técnico-directivo

Citas verificadas
4

Plano
DOBLE CONVERSIÓN EN LÍNEA

A person in a dark sweater and trousers is walking away from the camera down a long, brightly lit aisle in a server room. The aisle is flanked by tall server racks on both sides, which are filled with equipment and have blue indicator lights. The floor is made of metal grates. The perspective is from behind the person, looking down the length of the aisle towards a bright light at the far end.

LA TOPOLOGÍA SIGUE AL DISTURBIO MEDIDO Y A LA CRITICIDAD DE LA CARGA.

La regla práctica, sección 1

Recorrido de operación en un pasillo de racks. Imagen: Vertiv, «AI workloads and the future of IT infrastructure» (SL-71324), 2024.

Lo esencial en una página

[1] Vertiv, «Three-Phase UPS Catalogue»

Un UPS es una arquitectura con nombre normativo. La clasificación de la norma IEC 62040-3 resume el desempeño en tres letras —VFI, VI o VFD— que indican si la salida depende o no de la entrada en voltaje y frecuencia [1]. Esa distinción define qué protege cada equipo: un respaldo básico cubre el corte total; la regulación automática de voltaje cubre huecos y sobretensiones; la doble conversión en línea, clasificada VFI-SS-111, aísla la carga de todo disturbio de entrada [1].

[2] Catálogo de productos Ingelmec — línea Vertiv

Este documento describe las tres topologías con lo que cada una protege y lo que deja pasar; añade la capa de redundancia (N+1, paralelismo, módulos) que convierte un equipo confiable en un sistema disponible; y mapea cada arquitectura a la línea que Ingelmec representa e instala en Honduras (Vertiv Liebert PSA5, PSI5, GXT5, APS, EXS e ITA2) [2], con rangos de capacidad y aplicación típica.

3

Letras de la clasificación IEC 62040-3 que resumen qué protege cada UPS

● IEC 62040-3 [1]

96.2 %

Eficiencia en doble conversión del Liebert EXS; 99 % en modo ECO

● Vertiv [1]

4×

Unidades Liebert EXS en paralelo para redundancia o capacidad

● Vertiv [1]

54 %

Caídas últimas con pérdida > USD 100,000; energía, causa n° 1

● Uptime Institute [3]

La regla práctica

La topología sigue al disturbio medido y a la criticidad de la carga. Especificar sin registro de calidad de energía es una apuesta; con registro, la tabla comparativa se vuelve un checklist.

02

Introducción

EL ERROR MÁS FRECUENTE ES COMPRAR EL UPS CORRECTO PARA OTRO PROBLEMA

[3] Uptime Institute, «Annual Outage Analysis 2024»

EL PROBLEMA, DIMENSIONADO

La red eléctrica entrega a un equipo de TI crítico una lista de eventos: interrupciones cortas y largas, huecos de décimas de segundo, sobretensiones por maniobras y rayos, ruido eléctrico de equipos vecinos y variaciones de frecuencia. Cada familia de disturbio encuentra distinta defensa según la topología; ninguna topología las cubre todas al mismo costo.

El error más frecuente es comprar el UPS correcto para otro problema: un interactivo de línea protegiendo un servidor con fuente sensible a distorsión; un respaldo básico sosteniendo un enlace que se reinicia con cada hueco; un doble conversión sobredimensionado alimentando cargas de respaldo. El presupuesto se optimiza cuando la topología sigue al disturbio medido y a la criticidad de la carga.

La dimensión del riesgo está publicada: los problemas de energía encabezan las causas de caídas serias y severas según Uptime Institute, el 54 % de los encuestados situó su última caída significativa por arriba de USD 100,000 —16 % por arriba del millón—, y cuatro de cada cinco caídas serias eran evitables con mejor gestión y configuración [3].



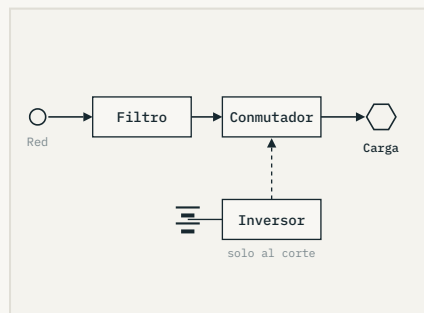
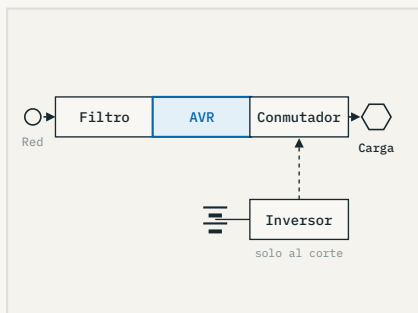
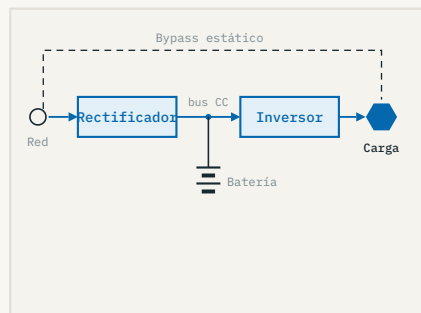
LA TOPOLOGÍA SIGUE AL DISTURBIO MEDIDO, NO AL CATÁLOGO

Criterio Ingelmec, sección 4

03

Contexto

LAS TRES FAMILIAS Y SUS LÍMITES



VFD

RESPALDO PASIVO (OFFLINE)

La carga se alimenta de la red a través de un filtro básico; ante un corte, un conmutador traslada la carga a batería e inversor. **Protege:** el corte total. **Deja pasar:** variaciones de voltaje y frecuencia mientras hay red. Caso legítimo: cargas tolerantes —impresoras, equipos de oficina, accesos.

VI

INTERACTIVO DE LÍNEA

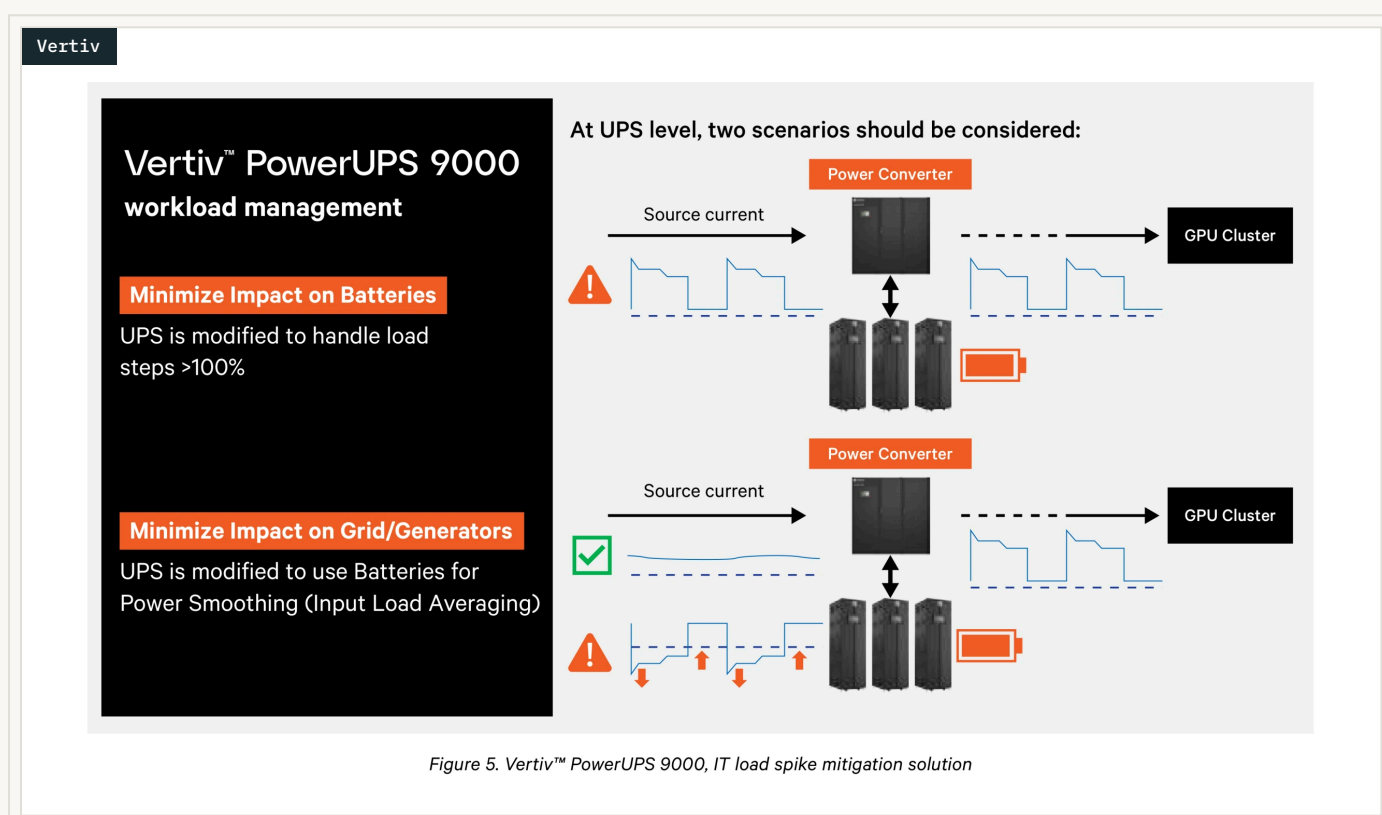
Añade un regulador automático de voltaje (AVR) que corrige huecos y sobretensiones sin consumir batería. **Protege:** corte y variación de voltaje en rangos definidos. **Deja pasar:** la salida sigue a la red en frecuencia y forma de onda fuera del rango del AVR. Caso legítimo: cargas distribuidas con fuentes modernas y presupuesto acotado.

VFI

DOBLE CONVERSIÓN EN LÍNEA

La red alimenta un rectificador que carga baterías y alimenta un inversor que sintetiza la salida; la carga vive siempre del inversor, con un bypass estático para fallas o sobrecargas. **Protege:** corte, hueco, sobretensión, ruido, distorsión y frecuencia —certificado como VFI-SS-111 [1]. **Costo:** eficiencia plena de hasta 96.2 % (99 % en ECO) en el Liebert EXS [1] y precio por kVA superior.

Figura 1. Diagramas de bloques por topología. Bloques activos en color. Clasificación según Vertiv [1].



Vertiv PowerUPS 9000, UPS modular de doble conversión en línea entre la fuente y la carga: absorbe escalones de carga mayores a 100 % sin castigar baterías, o usa las baterías para promediar la demanda de entrada. Imagen: Vertiv, «AI Workload Management», figura 5, 2026.

LA CAPA DE DISPONIBILIDAD: N+1, PARALELISMO, MÓDULOS

Sobre la topología se monta la redundancia: paralelismo de unidades (el EXS acepta hasta 4 [1]), arquitecturas N+1 —un módulo o unidad más de los necesarios— y sistemas modulares que agregan capacidad por módulos (Liebert APM, 30–600 kW [1]). La redundancia cubre el mantenimiento: con N+1 usted retira un módulo con el sistema en operación; sin ella, cada mantenimiento es una ventana de riesgo.

Tabla 1

QUÉ PROTEGE CADA TOPOLOGÍA

Disturbio	VFD (offline)	VI (interactivo)	VFI (doble conv.)
Corte total	● Sí, con transferencia	● Sí, con transferencia	● Sí, sin transferencia: siempre en inversor
Hueco de voltaje	○ No	● Sí, rango del AVR	● Sí
Sobretensión sostenida	○ No	● Sí, rango del AVR	● Sí
Ruido eléctrico	⚙ Filtro básico	⚙ Filtro + AVR	⚙ Aislamiento del inversor
Distorsión / forma de onda	○ No	○ No	● Sí: onda sintetizada
Variación de frecuencia	○ No	○ No	● Sí
Clasificación IEC 62040-3	VFD	VI	VFI-SS-111 [1]
Costo relativo por kVA	Bajo	Medio	Alto

Fuentes: catálogo trifásico Vertiv [1]; catálogo Ingelmec [2].

Nota de precisión

Los tiempos de transferencia exactos por modelo (milisegundos en VFD/VI) constan en las fichas técnicas del fabricante. [CITA: fichas por modelo – pendiente de adjuntar al publicar]. Este documento evita cifras de milisegundos no verificadas.

Metodología

CUATRO DATOS PARA DECIDIR 04

Ingelmec especifica la topología con cuatro datos, en este orden:

1

Dato 1
REGISTRO DE DISTURBIOS.

Una semana de monitoreo de calidad de energía en el punto de instalación. Con registro, cada fila de la tabla 1 responde sí/no; sin registro, la especificación es una apuesta.

2

Dato 2

CRITICIDAD DE LA CARGA.

Costo por minuto u hora de interrupción. Con ese número, la diferencia de precio entre VI y VFI se evalúa contra pérdidas documentadas [3], no contra sensaciones.

3

Dato 3

AUTONOMÍA REQUERIDA.

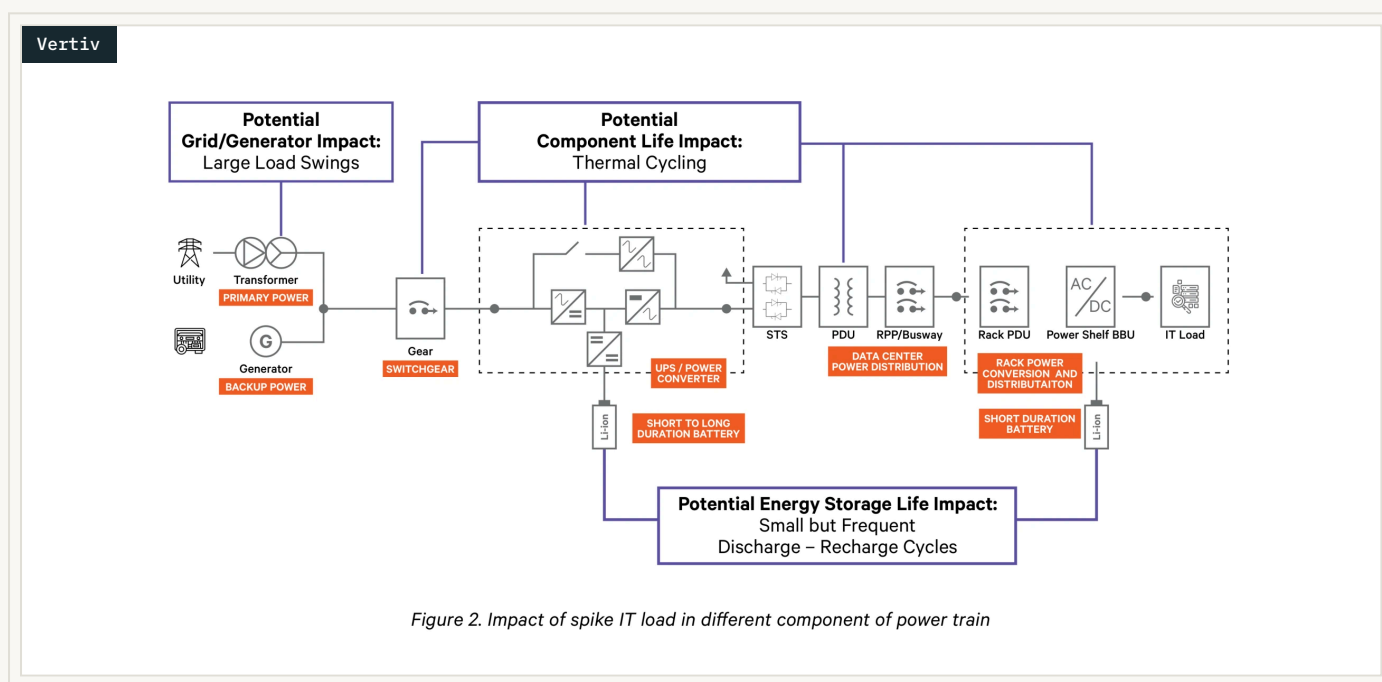
Minutos sin red hasta el restablecimiento o la entrada del generador. Define el banco de baterías, su espacio y su ciclo de reemplazo: el GXT5 escala con gabinetes externos [2]; los trifásicos aceptan banco común o distribuido [1].

4

Dato 4

CRECIMIENTO Y REDUNDANCIA.

Carga a cinco años y nivel de disponibilidad exigido. Si el sitio no admite ventanas de mantenimiento: N+1 desde el día uno, o espacio y tablero preparados para el segundo equipo [1].



Tren de potencia que el UPS protege, de la red y el generador a la PDU del rack, con el impacto de un pico de carga en cada tramo: oscilaciones en red y generador, ciclos de descarga en baterías y ciclos térmicos en componentes. Imagen: Vertiv, «AI Workload Management», figura 2, 2026.

LA LÍNEA REAL, MAPEADA A APLICACIONES

05

Análisis con evidencia

Tabla 2

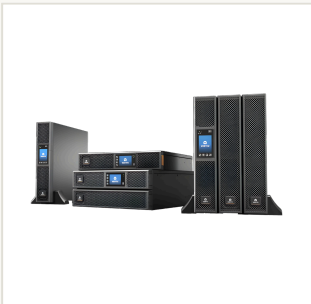
LÍNEA VERTIV REPRESENTADA POR INGELMEC [1] [2]

Modelo	Topología	Capacidad	Aplicación típica
Liebert PSA5	Interactivo de línea	Entrada	Equipos de oficina y cargas tolerantes [2]
Liebert PSI5	Interactivo con AVR	800–5,000 VA	Rack/torre en TI distribuida; onda sinusoidal pura en baterías [2]
Liebert GXT5	Doble conversión	500–3,000 VA	Servidores y cargas críticas monofásicas; autonomía escalable [2]
Liebert APS	Doble conversión	5–20 kVA	Alta disponibilidad en sala TI mediana [2]
Liebert EXS	Doble conv. VFI-SS-111	10–20 kVA	Trifásico compacto; 4 en paralelo; 96.2 % / ECO 99 % [1]
Liebert ITA2	Doble conversión	5–20 kVA	Cargas trifásicas menores; rack o torre [2]
Liebert APM	Modular	30–600 kW	Crecimiento y redundancia por módulos [1]

Fuentes: Vertiv [1]; catálogo Ingelmecc [2].



LIEBERT PSA5
Interactivo de línea (VI), rack/torre. Imagen: Vertiv, ficha técnica Liebert PSA5, 2026.



LIEBERT GXT5
Doble conversión (VFI), rack/torre. Imagen: Vertiv, folleto Liebert GXT5, 2026.



LIEBERT NXC
Trifásico de doble conversión, 30–200 kVA. Imagen: Vertiv, «Three-Phase UPS Catalogue», 2018.



LIEBERT TRINEERGY CUBE
Trifásico escalable, 150 kW–3.4 MW. Imagen: Vertiv, «Three-Phase UPS Catalogue», 2018.

1

Observación 1**EL SALTO DE PROTECCIÓN ESTÁ ENTRE PS15 Y GXT5**

Ambos montan en rack o torre; ambos cubren el corte. La diferencia —AVR contra doble conversión— aparece en el disturbio que el registro de la semana detecte. Ese registro cuesta menos que la diferencia de precio entre las dos decisiones equivocadas.

2

Observación 2**LA EFICIENCIA YA NO ES EXCUSA**

La penalización histórica de la doble conversión se redujo a 3.8 puntos en el EXS y a 1 punto en modo ECO [1]. El modo ECO —bypass de alta eficiencia con retorno al inversor ante disturbio— ajusta el balance en cargas estables con red sana.

3

Observación 3**LA REDUNDANCIA ES UNA DECISIÓN DE ESPACIO**

El EXS paralela hasta cuatro unidades y el APM crece por módulos [1]; ambas rutas necesitan tablero, piso y ventilación previstos. Prever el espacio del segundo equipo cuesta metros de planeación; improvisarlo cuesta una parada.

PREVER EL ESPACIO DEL SEGUNDO EQUIPO CUESTA METROS DE PLANEACIÓN; IMPROVISARLO CUESTA UNA PARADA.

06

SEIS RECOMENDACIONES**Accionable****MIDA ANTES DE ESPECIFICAR.**

Una semana de registro de calidad de energía en el punto de instalación define qué filas de la tabla 1 aplican a su sitio.

ESPECIFIQUE LA AUTONOMÍA CONTRA UN ESCENARIO ESCRITO.

«Soportar X minutos hasta entrada de generador» o «sostener el cierre ordenado de Y sistemas»: el número define el banco de baterías.

EXIJA LA CLASIFICACIÓN IEC 62040-3 POR ESCRITO EN LA OFERTA.

«UPS en línea» es marketing; «VFI-SS-111 según CEI EN 62040-3» [1] es una especificación verificable que compromete al proveedor.

CLASIFIQUE LAS CARGAS POR CRITICIDAD Y EQUIPE POR GRUPO.

VFI para el núcleo (core bancario, historia clínica, control de planta); VI para lo distribuido (puntos de red, CCTV); VFD solo donde la caída es una molestia.

RESERVE HOY EL ESPACIO Y EL TABLERO PARA N+1.

Si el servicio no admite ventanas de mantenimiento, el segundo equipo debe tener lugar asignado desde el diseño eléctrico.

CONTRATE EL MANTENIMIENTO CON EL QUE RESPONDE.

Baterías, ventiladores y capacitores envejecen. Ingelmec mantiene la línea que instala: averías 24x7x365, respuesta menor a 24 horas, tres sedes [4].

Cierre

Las tres topologías existen porque las tres tienen trabajo legítimo. La pregunta correcta es cuál cubre los disturbios medidos de su sitio al costo que su criticidad justifica. La norma IEC 62040-3 da el vocabulario para exigirlo por escrito [1]; el catálogo da la evidencia de qué equipo cumple qué clase [1] [2]; el análisis de caídas de Uptime Institute da la motivación económica [3]. Sobre esa base, la arquitectura se decide con datos —registro de disturbios, costo del minuto, autonomía, crecimiento— y la capa de disponibilidad convierte la protección en continuidad.

[4] Ingelmec, datos institucionales

Ingelmec especifica, suministra, instala y mantiene esa capa en Honduras desde 1987, con departamento de ingeniería propio y la línea Vertiv representada localmente [4]. **No vendemos cajas: cada UPS sale con dimensionamiento, puesta en marcha y un solo responsable.**

08

REFERENCIAS

Fuentes verificadas

- | | |
|----|---|
| 01 | Vertiv, «Three-Phase UPS Catalogue» (EXS 10–20 kVA: VFI-SS-111 según CEI EN 62040-3, doble conversión 96.2 %, ECO 99 %, 4 unidades en paralelo; ITA2 10–20 kVA; NXC 30–200 kVA; APM 30–600 kW).
www.vertiv.com/4a6972/globalassets/shared/liebert-ups-catalogue-en.pdf |
| 02 | Catálogo de productos Ingelmec — línea Vertiv (PSA5, PSI5 800–5,000 VA, GXT5 500–3,000 VA, APS 5–20 kVA, EXS, ITA2 5–20 kVA). ingelmec.com.
Documento interno o catálogo; sin URL pública |
| 03 | Uptime Institute, «Annual Outage Analysis 2024» (resumen ejecutivo).
datacenter.uptimeinstitute.com/rs/711-RIA-145/images/2024.Resiliency.Survey.ExecSum.pdf |
| 04 | Ingelmec, datos institucionales (2026): 1987, 39 años, 3 sedes, averías 24×7×365, respuesta < 24 h.
Documento interno o catálogo; sin URL pública |

Citas pendientes declaradas

(1) Tiempos de transferencia por modelo: requieren fichas técnicas oficiales de PSA5, PSI5 y GXT5 — la redacción evita cifras no verificadas. (2) Rango numérico exacto del PSA5: confirmar kVA en ficha del fabricante. Todo lo demás remite a [1]–[4] verificadas en octubre de 2026.

Siguiente paso

MIDA SU RED ANTES DE ESPECIFICAR EL UPS

Una semana de registro de calidad de energía en su punto de instalación define qué topología exige su sitio. Visita técnica, dimensionamiento de autonomía y propuesta con clasificación IEC 62040-3 por escrito.

WhatsApp +504 9438-6972

Correo atencioncomercial@ingelmec.com

Respuesta Menos de 24 h

Averías 24×7×365

Sedes Tegucigalpa y San Pedro Sula



Escanee para escribir por
WhatsApp

Ingelmec (Inversiones Generales de Máquinas y Equipos de Control S. de R.L.) diseña, suministra, instala y mantiene infraestructura crítica en Honduras desde 1987 — 39 años de operación continua, tres sedes y 2,410 TR en 13 casos documentados. Energía de respaldo, climatización de precisión, centros de datos, sistemas contra incendio, climatización comercial y evaporativa, y monitoreo BMS. Atención de averías 24×7×365, respuesta menor a 24 horas. **No vendemos cajas. Un solo responsable. La ingeniería que no se detiene.**