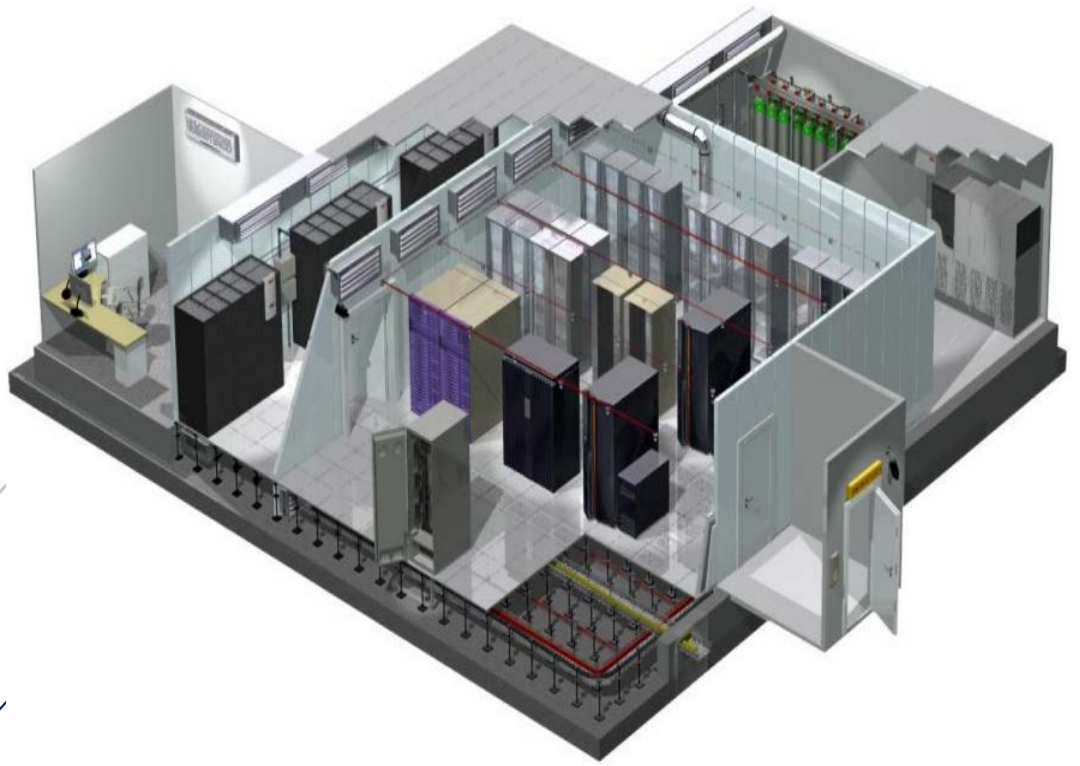


2024

المقدمات فى تصميم مراكز البيانات

م/ أحمد عيسى



المقدمة

القرن الحادي والعشرون هو عصر التكنولوجيا المتقدمة حيث كان المورد الرئيسي والأكثر أهمية هي المعلومات.

فالمعلومات جزء من كل ما يحيط بنا فكل ما نراه ونسمعه ونشعر به هي معلومات.

➤ عندما رسم الفنان صورة لقد ترك المعلومات على شكل صورة.

➤ عندما عزف الموسيقار مقطوعة موسيقية، فعبر عن المعلومات على شكل موجات صوتية.

لقد قام الإنسان بإنشاء وتخزين المعلومات منذ العصور القديمة في البداية، كان ذلك عبارة عن لوحات كهفية، ثم مخطوطات على لفائف من الورق وعندما تم اختراع الورق، تم تخزين المعلومات في المكتبات على شكل كتب و في الوقت الحاضر، انتقلت المزيد من المعلومات من الشكل التناظري إلى الشكل الرقمي.

وزادت كمية المعلومات التي تم إنشاؤها بشكل كبير ويجب تخزين كل هذه المعلومات في مكان ما ولهذه المهمة، توجد مستودعات حديثة كمراكز بيانات أو الداتا سنتر.

مراكز البيانات هي المكان الرئيسي لتخزين المعلومات وتوزيعها و لا تحتاج إلى أن يكون لديك خادم أو راك في مركز البيانات لتصبح مستخدمًا لخدماتهم. عندما يتصل شخص ما بالإنترنت، فإن هذا الشخص يستخدم بالفعل الخدمات التي تقدمها مراكز البيانات، دون أن يفكر في ذلك.

الإنترنت ليس مجرد سحابة أو cloud تم تصويرها بشكل جميل للمستخدم العادي على أنها إمكانية الوصول إلى شبكة الانترنت تخفي هذه الأيقونة الخفيفة والرقيقة صناعة كبيرة. وتتطلب هذه الصناعة الكثير من المعدات عالية التقنية المختلفة وليس لديها سوى القليل من القواسم المشتركة مع السحابة أو cloud.

تتم استضافة أي مورد إنترنت على جهاز فعلي يسمى الخادم أو Server.

الخادم هو جهاز كمبيوتر يقوم بإجراء عمليات حسابية معينة ويقوم بتخزين المعلومات على أجهزة تخزين البيانات الفعلية، مثل محرك الأقراص الثابتة (HDD) ومحرك أقراص الحالة الصلبة (SSD) وما إلى ذلك. ويمكن وضع الآلاف من هذه الخوادم في مركز البيانات ولضمان تشغيلها دون انقطاع وأمن، يتم توفير البنية التحتية لمركز البيانات. وللحفاظ على البنية التحتية والمعدات بأكملها، يلزم وجود موظفين مؤهلين تأهيلا عاليا يصف الجزء النظري من هذا الكتاب المفاهيم العامة حول مراكز البيانات، وقصة نشأة الغرف الخاصة لتخزين المعلومات الرقمية.

ما هي أنواع مراكز البيانات الموجودة وسبب الحاجة إليها؟

ما هي المعايير التي يجب أن تتوافق مع مراكز البيانات؟

ويحتوي هذا الكتاب أيضا على معلومات أساسية حول مراكز البيانات وتاريخها والمفاهيم المشتركة ووصفها.

لماذا وكيف يتم استخدام مراكز البيانات، وما هي المشاكل التي تحدث أثناء تشغيلها في مركز البيانات النموذجي، يتم استخدام الطاقة الكهربائية لتشغيل معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) والمرافق الداعمة لها. تستهلك معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات حوالي 45% من الطاقة الكهربائية، والتي تشمل الخوادم

ومخازن التخزين والشبكات أما الـ 55% الأخرى من الطاقة الكهربائية فتستهلكها المرافق، والتي تشمل نظام توزيع الطاقة، وإمدادات الطاقة غير المنقطعة، والمبردات، ومكيفات هواء غرفة الكمبيوتر، والإنارة، وما إلى ذلك.

كما ثمة أمور هي الدافعة لكتابة هذه الرسالة:

قول النبي صلى الله عليه وسلم - ((إذا مات الإنسان انقطع عمله إلا من ثلاث: من صدقة جارية، أو علم ينتفع به، أو ولد صالح يدعو له)) رواه مسلم (1631)، وأبو داود (2880)، والترمذي (1376)، والنسائي (3651).

وقوله (صلى الله عليه وسلم) «من دعا إلى هدى كان له من الأجر مثل أجور من تبعه، لا ينقص ذلك من أجورهم شيئاً..» رواه مسلم (2674).

وأعتذر ابتداءً بين يدي رسالتي هذه لأهل العلم وطلابه ممن قد يقف عليها إن قصر باعي، أو قل اطلاعي، أو ضعفت عبارتي، أو أخطأت في مسألة، فإنني معترف بقلة بضاعتي وضعف إفادتي.

قال سعيد بن المسيب (93هـ): " ليس من عالم ولا شريف ولا ذي فضل إلا وفيه عيب، ولكن من كان فضله أكثر من نقصه ذهب نقصه لفضله، كما أنه من غلب عليه نقصانه ذهب فضله. " جامع بيان العلم وفضله لابن عبد البر 48/2

وقال عبد الله بن المبارك (181هـ): " إذا غلبت محاسن الرجل على مساوئه لم تذكر المساوئ، وإذا غلبت المساوئ على المحاسن لم تذكر المحاسن. " سير أعلام النبلاء للذهبي [352/8 ط. الأولى].

وقال القاضي عبد الرحمن البيساني المتوفى سنة 596هـ - كلمة تداولها العلماء لفائدتها : - "إنني رأيت أنه لا يكتب إنسان كتاباً في يوم إلا قال في غده: لو غير هذا لكان أحسن، ولو زيد هذا لكان يستحسن، ولو قدم هذا لكان أفضل، ولو ترك هذا لكان أجمل، وهذا من أعظم العبر، وهو دليل على استيلاء النقص على جملة البشر. (الإعلام بأعلام البلد الحرام للنهر والي (ص 456)).

مهندس / أحمد عيسى

مهندس تصميم وتنفيذ كهرباء مباني

الرياض - المملكة العربية السعودية

Eng.Ahmedessa2020@gmail.com

تعريف مركز البيانات Data Center

يوجد بعض الأسماء الأخرى كمصطلح "مركز البيانات". تشمل بعض الأسماء المستخدمة

Data center, data hall, data farm, data warehouse, computer room, server room, R&D software lab, high-performance lab

ما هو مركز البيانات أو ال Data Center

مركز البيانات [بالإنجليزية: Data Center] ، هو عبارة عن مكان يتم تسكين خوادم الإنترنت أو السيرفرات وتتكون الداتا سنتر من مجموعة من الخوادم المتصلة بالإنترنت بسرعة عالية والتي إما يتم استخدامها كسيرفرات كاملة أو تقسيم كل منها إلى سيرفرات في بي اس VPS أو حسابات استضافة مشتركة أو ريسلر استضافة Reseller Hosting "مورّغ".

ويمكن تعريفها أيضا بالمعدات الإلكترونية المستخدمة بشكل أساسي لمعالجة البيانات (الخوادم)، وتخزين البيانات (معدات التخزين) ، والاتصالات (معدات الشبكات). " بشكل جماعي، تقوم هذه المعدات بمعالجة المعلومات الرقمية وتخزينها ونقلها.

وهي "معدات متخصصة للحفاظ على طاقة موثوقة وعالية الجودة، فضلاً عن معدات التحكم البيئي للحفاظ على درجة الحرارة والرطوبة المناسبة لمعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات."

ويتم تركيب نظام التبريد في مراكز البيانات للحفاظ على رطوبة الهواء، لأن المعدات تعمل هناك 24 ساعة يوميا.

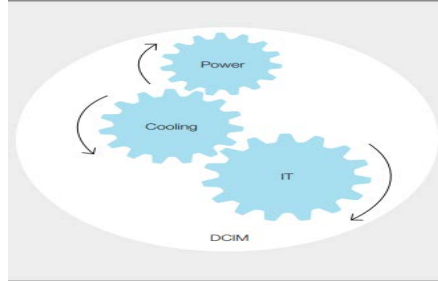
يتأكد مهندسي مراكز البيانات باستمرار من أن كل شيء يعمل بشكل صحيح، وإذا لزم الأمر، يقومون بإصلاح المشكلات على الفور.

بالإضافة إلى ذلك، قامت مراكز البيانات بتركيب نظام التحكم عن بعد عبر بروتوكول الإنترنت (IP)، وأجهزة إنذار للأمان والحريق، وإمدادات الطاقة غير المنقطعة UPS، وأنظمة إطفاء الحرائق بالغاز، وأنظمة التحكم في الوصول ACS والعديد من الأنظمة التي سوف يتم ذكرها فيما بعد.

الشيء الرئيسي الذي يجب فهمه هو أن مركز البيانات ليس فقط قنوات اتصال وخوادم. إنها بنية تحتية معقدة إلى حد ما تحتوي على معدات خاصة، والتي، على الرغم من أي كوارث (حرائق، فيضانات، هجمات قرصنة، وما إلى ذلك)، يجب أن تؤدي التشغيل دون انقطاع. كقاعدة عامة، تقوم مراكز البيانات بالنسخ الاحتياطي باستمرار البيانات (بما في ذلك مراكز البيانات الأخرى)، بحيث لا تتعرض معلومات العملاء للخطر.

عادة ما تقع مراكز البيانات على مقربة من موقع معدات مشغلي الاتصالات. لا يؤثر عرض النطاق الترددي وجودة القناة على مستوى الخدمات، حيث أن المعيار الرئيسي لتقييم أداء أي مركز بيانات هو وقت التشغيل (وقت توفر الخادم).

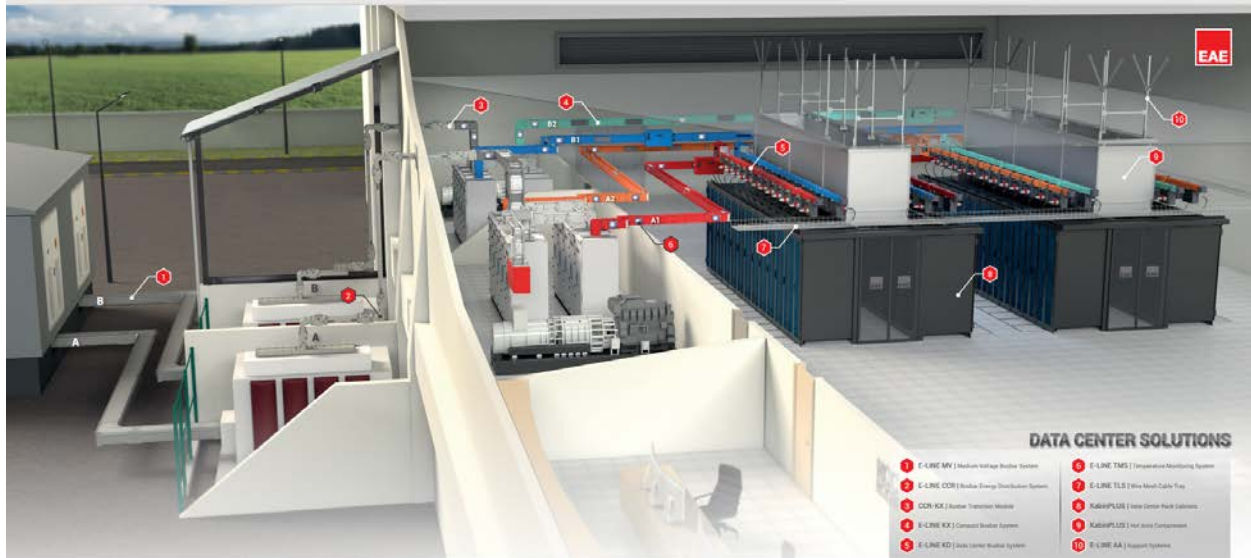
عند تصميم أي مركز بيانات حديث، عادة ما تكون الخطة هي استخدام مشغلين اثنين على الأقل توفير الوصول إلى الإنترنت، لتجنب المشاكل في المستقبل، إذا لم يتمكن أحدهم فجأة من تقديم الخدمات بشكل صحيح ويمكن تعريف مراكز البيانات على أنها ثلاث بنى تحتية جنباً إلى جنب - تكنولوجيا المعلومات والطاقة والتبريد



يجب أن تكون البنى التحتية الثلاثة متوافقة تمامًا ومتطابقة ومحسنة لتوفير التشغيل السلس للمرافق ذات المهام الحرجة

تحتوي البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات بشكل أساسي على معدات تكنولوجيا المعلومات مع البرامج المرتبطة بها. يتم تجميع المعدات بشكل نموذجي في ثلاث فئات: الخوادم ومحولات الشبكة والتخزين (الذاكرة). كل مجموعة لها وظيفتها الفريدة؛ ولكن في كثير من الحالات الخوادم تحتوي على تخزين.

هذه البنية التحتية هي المكان الذي يتم فيه تنفيذ الوظائف الرئيسية لمراكز البيانات وتقديم خدمات تكنولوجيا المعلومات. يتم تشغيل مجموعة كبيرة ومتنوعة من البرامج والمحاكاة الافتراضية وقواعد البيانات واستضافة الويب وأنظمة التشغيل والسحابات في مراكز البيانات



تعد الطاقة والتبريد من البنية التحتية اللازمة لتشغيل معدات تكنولوجيا المعلومات و تكون الطاقة في المقام الأول على شكل شبكة كهرباء يتم تسليم الطاقة إلى معدات تكنولوجيا المعلومات عبر طبولوجيا معقدة من المحولات، والمفاتيح الكهربائية، ومجموعات من المولدات وإمدادات الطاقة غير المنقطعة (UPSs) ، والباسباب والكابلات وحوامل الكابلات ، ومفاتيح النقل التلقائية .يتم تحويل الطاقة من الأداة المساعدة وتحويلها وتكييفها وتوزيعها على الخوادم. الموجودة في رفوف تكنولوجيا المعلومات

تاريخ الداتا سنتر

يبدأ تاريخ مراكز البيانات أثناء ولادة صناعة الكمبيوتر كانت أنظمة الكمبيوتر أكثر تعقيدًا في الإدارة وتتطلب ظروف تشغيل خاصة. نظرًا لأنها تشغل مساحة كبيرة وتتطلب الكثير من الأسلاك لتوصيل المكونات المختلفة ورفوف الخادم القياسية والأرضيات المرتفعة RF وحوامل الكابلات (الموضوعة على السقف أو أسفل الأرضيات المرتفعة)

تم استخدامها في غرف الكمبيوتر بالإضافة إلى ذلك، تستهلك هذه الأنظمة الكثير من الطاقة وتحتاج إلى تبريد مستمر حتى لا ترتفع درجة حرارة المعدات.

لا يقل أهمية عن ذلك هو أن المعدات باهظة الثمن وغالبًا ما تستخدم للأغراض العسكرية. ولذلك، تم تطوير مبادئ التصميم الأساسية للتحكم في الوصول إلى غرف الخادم.

خلال التطور السريع لصناعة الكمبيوتر، وخاصة في الثمانينات، بدأ استخدام أجهزة الكمبيوتر في كل مكان، دون الاهتمام كثيرًا بالمتطلبات التشغيلية.

ولكن مع تطور صناعة تكنولوجيا المعلومات، بدأت الشركات في إيلاء المزيد من الاهتمام للتحكم في موارد تكنولوجيا المعلومات.

مع اختراع بنية خادم العميل Server في التسعينيات، بدأت أجهزة الكمبيوتر الصغيرة، التي تسمى الآن الخوادم، تشغل مساحة في غرف الخوادم القديمة.

إن توفر معدات الشبكة منخفضة التكلفة، إلى جانب المعايير الجديدة لكابلات الشبكة، جعل من الممكن استخدام التصميم الهرمي، ونقل الخوادم إلى غرف منفصلة.

تم تطبيق مصطلح "مركز البيانات" على غرف الخوادم المصممة خصيصًا التي بدأت تكتسب شعبية وأصبحت معروفة أكثر فأكثر.

حدث ازدهار مراكز البيانات في الفترة 1995-2000. كانت الشركات بحاجة إلى اتصال إنترنت مستقر وعالي السرعة وأجهزة غير منقطعة حتى تتمكن من التواجد على الشبكة.

وضع المعدات التي يمكنها التعامل مع هذه المهام كانت مسألة صعبة للغاية بالنسبة لمعظم الشركات الصغيرة. لذلك، بدأ بناء مباني كبيرة منفصلة، والتي يمكن أن توفر للشركات جميع الحلول اللازمة لاستضافة وتشغيل أنظمة الكمبيوتر. وقد تم تطوير تقنيات جديدة لتلبية الحجم والمتطلبات التشغيلية لهذه الأنظمة الكبيرة.

أنواع مراكز البيانات وحجم الخادم

يوجد في الجدول التالي مقارنة بين أنواع مراكز البيانات وحجم الخادم أو Server

Facility types	Volume servers	Estimated servers per facility	Typical size in sq. ft. (m ²)	Estimated number of facilities (in the United States)	2006 electric use (billion kWh)
Server closets	1,798,000	1–2	<200 (19)	900,000–1,500,000	3.5
Server rooms	2,120,000	3–36	<500 (46)	50,000–100,000	4.3
Localized data center	1,820,000	36–300	<1000 (93)	10,000–13,000	4.2
Midtier data center	1,643,000	300–800	<5000 (465)	2,000–4,000	3.7
Enterprise-class data center	3,215,000	800–2000+	5000+ (465+)	1,000–2,500	8.8

المتطلبات والمواصفات، التي يمكن الرجوع إليها عند تصميم الداتا سنتر أو مراكز البيانات:

- Uptime requirements
- LEED Rating Systems
- ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010: Energy Standard for Buildings Processing Environments—Expanded Data Center Classes and Usage Guidance
- ANSI/BICSI 002-2011: Data Center Design and Implementation Best Practices
- ANSI/TIA-942-A (August 2012): Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center
- Data Centre Code of Conduct Introduction Guide (EU)
- 2013 Best Practices Guidelines (EU)
- Outline of Data Center Facility Standard by Japan Data Center Council (JDCC)
- Code for Design of Information Technology and Communication Room (GB50174-2008)

الشهادات والمعايير للداتا سنتر في الجدول التالي :-

Standard → ↓ Guideline	UpTime [USA]	EPI based on TIA-942 [USA]	BICSI based on TIA-942 [USA]	SS-507 [Singapore]	EN-50600 [Europe]
Conformity	Tier : I - IV	Rated : 1 - 4	Class : 0 - 4	Pass / Fail	Class : 1 - 4
Availability of Standard	Yes	Yes (Paid)	Yes	Yes	Yes
Certification	Available	Available	Not Available	Available	Available
Scope of Topology	<u>Tier Standard</u> Electrical Mechanical Distribution <u>OS Standard</u> Other Element	Electrical Mechanical Distribution Architectural Telecom Site Location Safety-Security Efficiency	Electrical Mechanical Distribution Architectural Telecom Site Location Safety-Security	Electrical Mechanical Distribution Architectural Telecom Site Location Safety-Security	Electrical Mechanical Distribution Architectural Telecom Site Location Safety-Security Efficiency
Incorporation	Commercial	Non-Profit	Non-Profit	Non-Profit	Non-Profit
Accreditation	No	ANSI	ANSI	Spring	EN-CENELEC
Training Event	Yes	Yes	Yes	No	No
Auditor	UpTime Only	Multiple ORG	N/A	Multiple ORG	N/A

معايير الأيزو ISO Standards

لإدارة مراكز البيانات الخاصة بك بشكل أفضل، يجب الالتزام بإدارة المعايير الدولية الأيزو كما يلي:-

- ISO 9000: Quality management
- ISO 14000: Environmental management
- OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management Standards
- ISO 26000: Social responsibility
- ISO 27001: Information security management
- ISO 50001: Energy management
- ISO 20121: Sustainable events

ما أهمية الداتا سنتر أو مراكز البيانات ؟

أهمية الداتا سنتر هي توفير البيئة المُلائمة لعمل السيرفرات من الإنترنت ذو السرعة العالية وأنظمة التبريد للحفاظ على درجة حرارة الخوادم دون إرتفاع بالإضافة إلى تيار كهربائي دائم وغيرها من العوامل الهامة مثل البنية الهيكلية والمتابعة الهندسية للخوادم من قبل المهندسين المُختصين.

أنواع مراكز البيانات

في الوقت الحاضر، هناك خمس فئات من مراكز البيانات التي تعتبر عمومًا "معيارية" داخل السوق

1-التصميم التقليدي Traditional

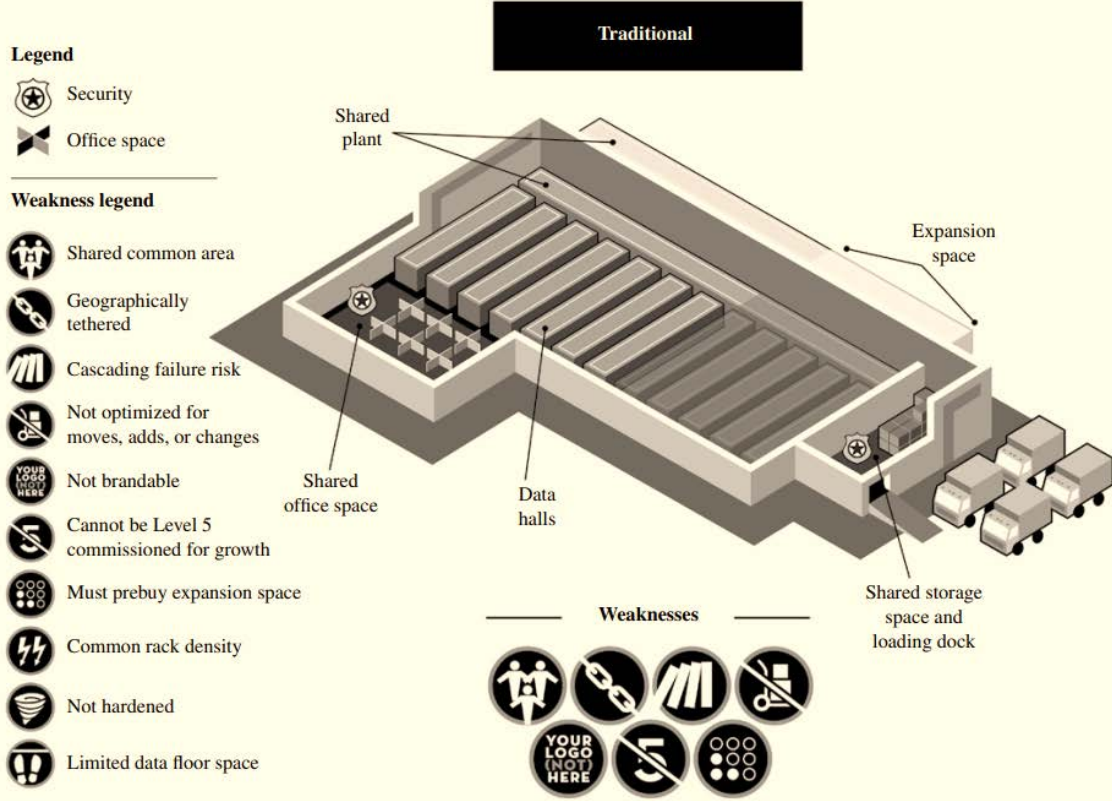
مراكز البيانات المعيارية التقليدية عبارة عن حلول قائمة على البناء تستخدم لوحات أو محطات داخلية وخارجية مشتركة (على سبيل المثال، محطة المياه المبردة ومحطة المولدات الموازية). يتم بناء مراكز البيانات التقليدية دفعة واحدة، أو يتم توسيعها، كما تم إنشاء تحديثات ، من خلال إضافة قاعات بيانات جديدة داخل المبنى. يتمثل التحدي الذي يواجهه هذا التصميم هي ظهور المخاطر بسبب إيقاف تشغيل النظام بالكامل بسبب حالات الفشل المتتالية عبر أى وحدة من وحدات هذا النظام .

مميزات هذا النوع

- مناسب تمامًا للمستخدمين الفرديين.
- مناسب لأحمال تكنولوجيا المعلومات الكبيرة، 5 ميجاوات

عيوب هذا النوع

- احتمال الفشل المتتالي على اللوحات الإلكترونية (backplanes) المعززة المشتركة
- لا يمكن التكليف بالمستوى 5 (في عمليات التنفيذ المرحلية)
- مربوط جغرافيًا (قد يكون هذا رهانًا سيئًا إذا لم يتحقق الحمل الكبير المتوقع لتكنولوجيا المعلومات أبدًا)
- مناطق مشتركة مع شركات أو أقسام متعددة (البيئة ليست مخصصة لعميل واحد)
- مرافق كبيرة جدًا لم يتم تحسينها للتحركات والإضافات والتغييرات



2-وحدات متجانسة (قاعات البيانات) Monolithic Modular (Data Halls)

كما يوحي الاسم، فإن مراكز البيانات المتجانسة هي عبارة عن حلول كبيرة قائمة على البناء. مثل المرافق التقليدية، توجد عادةً في المباني الكبيرة وتوفر ما يزيد عن 5 ميغاوات من طاقة تكنولوجيا المعلومات في اليوم الأول مع متوسط قدرة الموقع من 5 إلى 20 ميغاوات. تستخدم المرافق المعيارية المتجانسة لوحات الكترونية معززة قابلة للتجزئة backplanes لدعم قاعات البيانات الخاصة بها حتى لا تعرض العملاء لنقاط فشل فردية ويمكن تشغيل كل قاعة بيانات بشكل مستقل من المستوى الخامس قبل إشغال العميل.

في كثير من الأحيان، المكون المشترك الوحيد للمحطة الميكانيكية والكهربائية هي معدات المرافق ذات الجهد المتوسط. نظرًا لوجود هذه الحلول داخل المباني الكبيرة، فقد يضحي العميل بدرجة كبيرة من التحكم في المنشأة ومرونة تخطيط السعة إذا كان الموقع يضم عملاء متعددين بالإضافة إلى ذلك، تتم مشاركة المناطق الأمنية والمشاركة (المكاتب والتخزين ورصيف التحميل) مع شاغلي المبنى الآخرين.

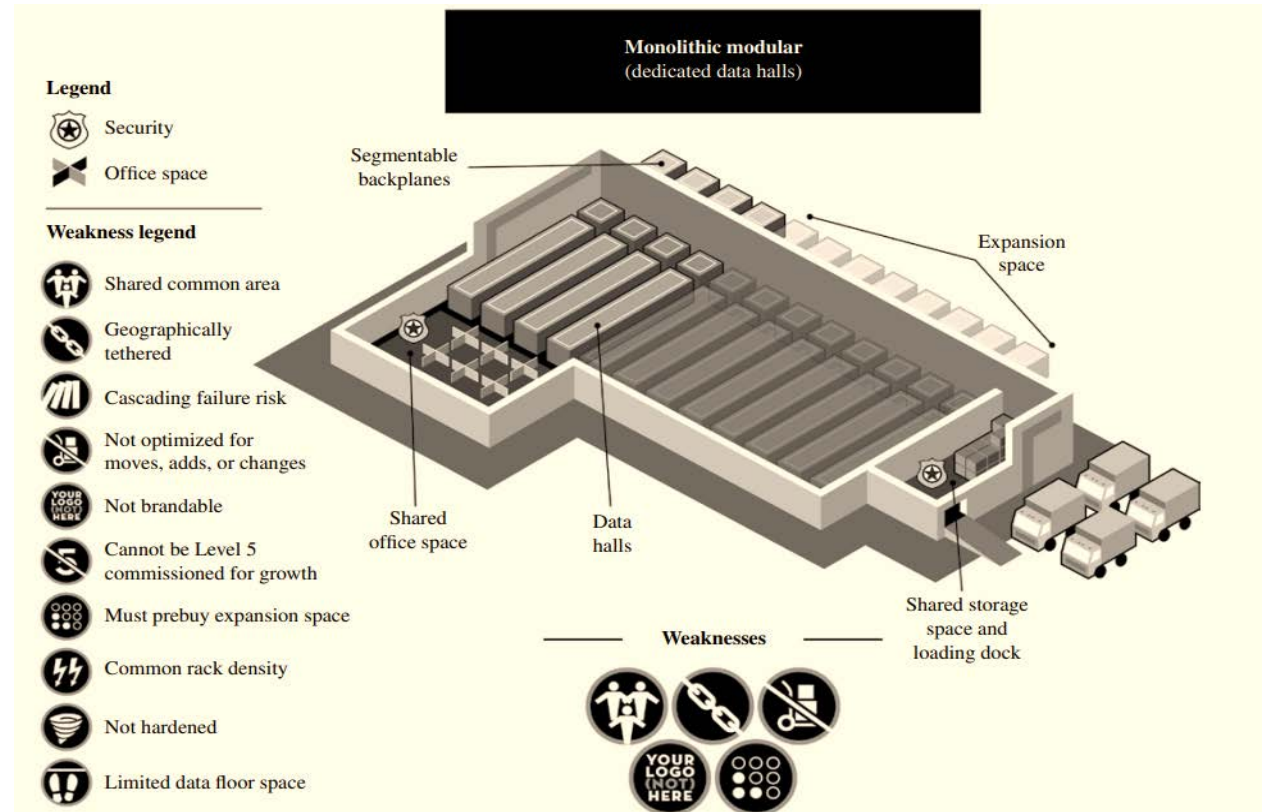
يعد حد تخطيط السعة أحد الاعتبارات المهمة بشكل خاص حيث يجب على العملاء إطلاق مساحة هيكلية مسبقًا (ودفع ثمنها) داخل المنشأة لضمان توفرها عندما يختارون التوسع المستقبلي.

مميزات هذا النوع

- جيد للمستخدمين ذوي القدرة المعروفة والثابتة في مجال تكنولوجيا المعلومات، على سبيل المثال، 4 ميجاوات في اليوم الأول، وتزيد إلى 7 ميجاوات بحلول العام الرابع، مع عمليات إزالة ثابتة تبلغ 1 ميجاوات سنوياً
- الأمثل للمستخدمين ذوي التحركات والإضافات والتغييرات المحدودة
- مناسب تماماً للمستخدمين الذين لا يمانعون في مشاركة المناطق المشتركة
- جيد للمستخدمين الذين لا يمانعون في الاستعانة بمصادر خارجية للأمن

عيوب هذا النوع

- يجب أن تدفع مقابل مساحة التوسعة غير المستخدمة
- غالباً ما تتطلب المباني الكبيرة المرتبطة جغرافياً استثمارات كبيرة مقدماً
- الاستعانة بمصادر خارجية للأمن
- مناطق مشتركة مع شركات أو أقسام متعددة (البيئة ليست مخصصة لعميل واحد)
- مرافق كبيرة جداً لم يتم تحسينها للتحركات والإضافات والتغييرات



3-مراكز البيانات ذات الحاويات Container solution

يشار إلى قاعات البيانات الجاهزة عادة باسم "الحاويات" وهي عبارة عن وحدات موحدة موجودة في حاويات الشحن ISO والتي يمكن تسليمها إلى موقع ما لسد حاجة فورية على الرغم من الإعلان عن سرعة التسليم، إلا أنه غالباً ما يُطلب من العملاء توفير عناصر المحطة الخارجية المشتركة بما في ذلك المولدات الكهربائية، ومعدات التبديل، وفي بعض الأحيان الشيلر.

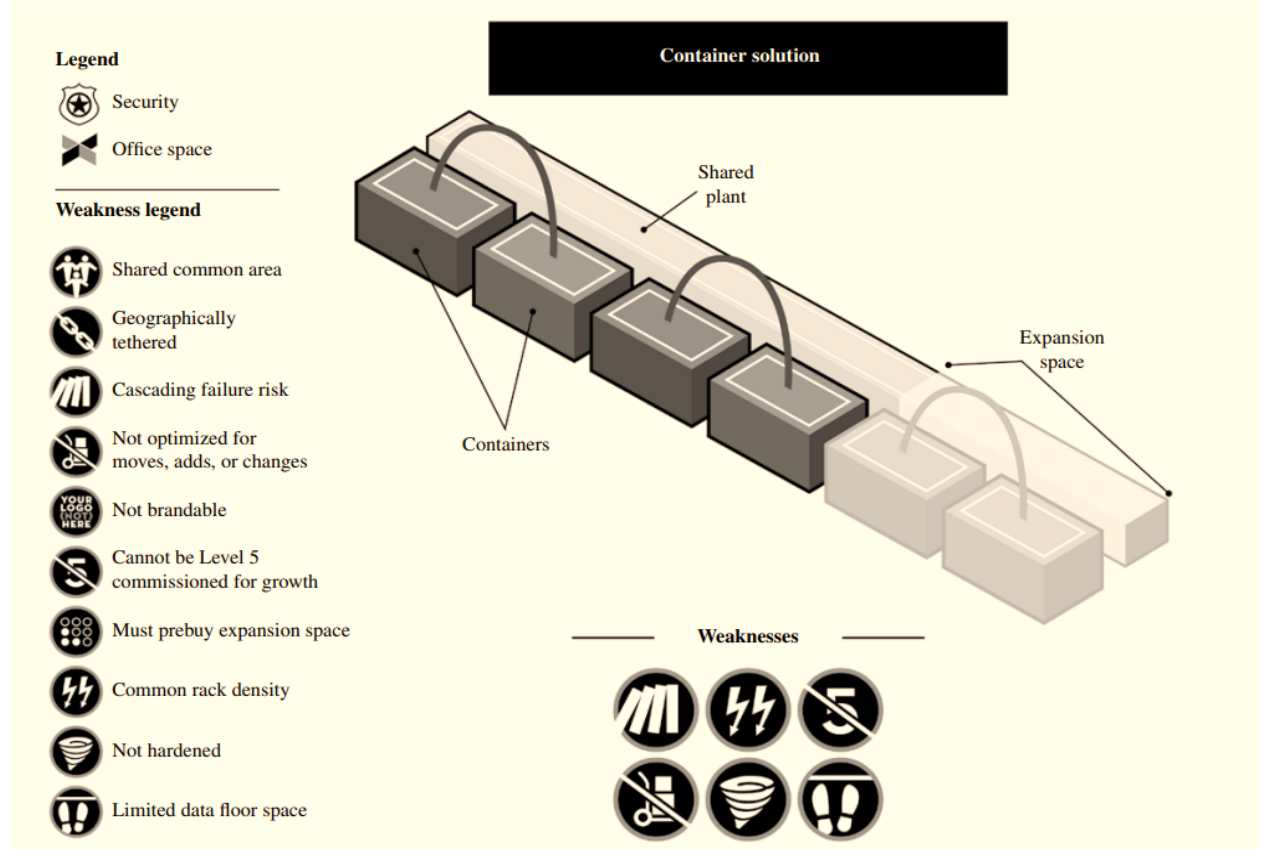
يمكن أن تستغرق عناصر اللوحة الإلكترونية المعززة backplane elements ، إذا لم تكن موجودة، ما يصل إلى 8 أشهر للتنفيذ، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى إلغاء فائدة سرعة التنفيذ. كحل طويل المدى، قد يتم إعاقة الحاويات الجاهزة بسبب تصميماتها غير الصلبة التي تجعلها عرضة للعوامل البيئية مثل الرياح والصدأ واختراق المياه وقيود مساحتها التي تحد من كمية معدات تكنولوجيا المعلومات التي يمكن تركيبها داخلها. بالإضافة إلى ذلك، فإنهم لا يفعلون ذلك تضمين مساحة دعم مثل رصيف التحميل، أو منطقة التخزين ، أو محطات الأمان، مما يجعل العميل مسؤولاً عن توفيرها

مميزات هذا النوع

- الأمثل لمتطلبات مركز البيانات المؤقتة
- جيد للتطبيقات التي تعمل في بضع مئات من مجموعات الأحمال بالكيلو ووات
- دعم معالجة أو تطبيقات الحوسبة الفائقة supercomputing
- مناسبة للمواقع النائية والقاسية (مثل العسكرية)
- مصمم لمتطلبات النقل والإضافة والتغيير المحدودة
- تطبيقات متطلبات Homogeneous rack

عيوب هذا النوع

- نقص الحماية
- تصميم غير مقوى
- مساحة محدودة
- احتمال الفشل المتتالي
- لا يمكن التكاليف بالمستوى الخامس عند توسيعه
- لا توجد مساحة للدعم



4-وحدات متجانسة (جاهزة) Monolithic Modular (Prefabricated)

تشبه هذه الحلول القائمة على المباني نظيراتها في قاعات البيانات (الحاويات) باستثناء أنها مملوءة بقاعات البيانات الجاهزة الخاصة provider's prefabricated data halls

تتطلب قاعة البيانات الجاهزة وجود رقابة صارمة على تطبيقات المستخدم. يجب أن تدفع كل مجموعة تطبيقات مساحة الحامل المحدودة إلى حد التحميل المصمم لتجنب استنزاف سعة تكنولوجيا المعلومات.

على سبيل المثال، تنتقل المجموعات ذات مستوى التحميل المنخفض إلى نوع واحد من قاعات البيانات الجاهزة، بينما تنتقل مجموعات التحميل عالية الكثافة إلى نوع آخر.

يمكن لهذه المواقع استخدام بنيات segmented backplane معززة مشتركة أو مجزأة للتخلص من نقاط الفشل الفردية ولتمكين تشغيل كل وحدة من المستوى الخامس.

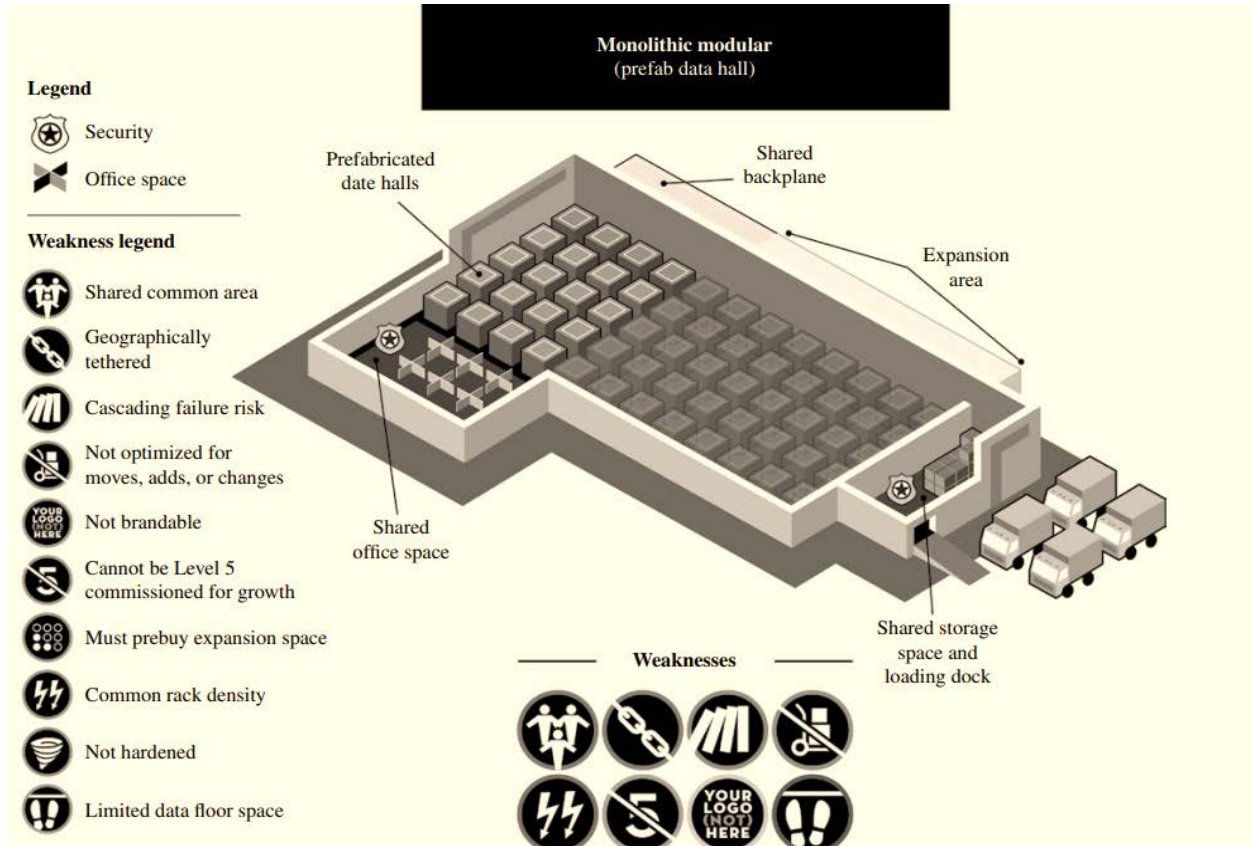
مثل الحلول المتجانسة الأخرى، تتطلب مستودعات قاعات البيانات هذه من العملاء التأجير المسبق للمساحة في المبنى ودفع ثمنها لضمان توفرها عند الحاجة لدعم متطلباتهم الموسعة

مميزات هذا النوع

- مثالي لمجموعات التطبيقات في مجموعات تحميل متجانسة
- مصمم لدعم التطبيقات التي تعمل في مجموعات حمل كيلووات تبلغ بضعة المئات من إجمالي حمل تكنولوجيا المعلومات
- جيد لتطبيقات الحوسبة الفائقة supercomputing
- الأمثل للمستخدمين ذوي التحركات والإضافات والتغييرات المحدودة
- جيد للمستخدمين الذين لا يمانعون في مشاركة المناطق المشتركة

عيوب هذا النوع

- الاستعانة بمصادر خارجية للأمن
- يجب أن تكون مساحة التوسعة مؤجرة مسبقاً
- مناطق مشتركة مع شركات أو أقسام متعددة (البيئة ليست مخصصة لعميل واحد)
- نظراً لأنه لا يزال يتطلب مبنى كبيراً مقدماً، فقد يكون مرتبطاً جغرافياً
- مرافق كبيرة جداً لم يتم تحسينها للتحركات والإضافات والتغييرات



5-مراكز البيانات المستقلة Stand-Alone Data Centers

تستخدم مراكز البيانات المستقلة بنيت معيارية يتم فيها دمج المكونات الرئيسية لمركز البيانات في غلاف مقوى يمكن توسيعه بسهولة بزيادات ذات حجم قياسي.

تم تصميم المرافق المستقلة لتكون حلاً كاملاً تلبي معايير الشهادات الخاصة بالموثوقية وكفاءة البناء.

لقد تم تطوير مراكز البيانات المستقلة لتوفير بدائل مستقلة جغرافياً للعملاء الذين يريدون مركز بيانات مخصصاً لاستخدامهم الخاص، ويقع فعلياً في المكان الذي تكون هناك حاجة إليه.

من خلال إسكان منطقة مركز البيانات في غلاف مقوى يمكنه تحمل الظروف البيئية القاسية، تختلف الحلول المستقلة عن مراكز البيانات الجاهزة أو القائمة على الحاويات والتي تتطلب من العميل أو المزود إنشاء مبنى إذا كان سيتم استخدامه كمبنى دائم.

من خلال استخدام الطاقة القياسية والتكوينات الأرضية المرتفعة RF، تعمل مراكز البيانات المستقلة على تبسيط قدرة العملاء على تخطيط السعة من خلال تمكينهم من إضافة السعة حسب الحاجة بدلاً من الاضطرار إلى تأجير مساحة مسبقة داخل المنشأة كما في حالة الحلول المعيارية الأحادية، على سبيل المثال.

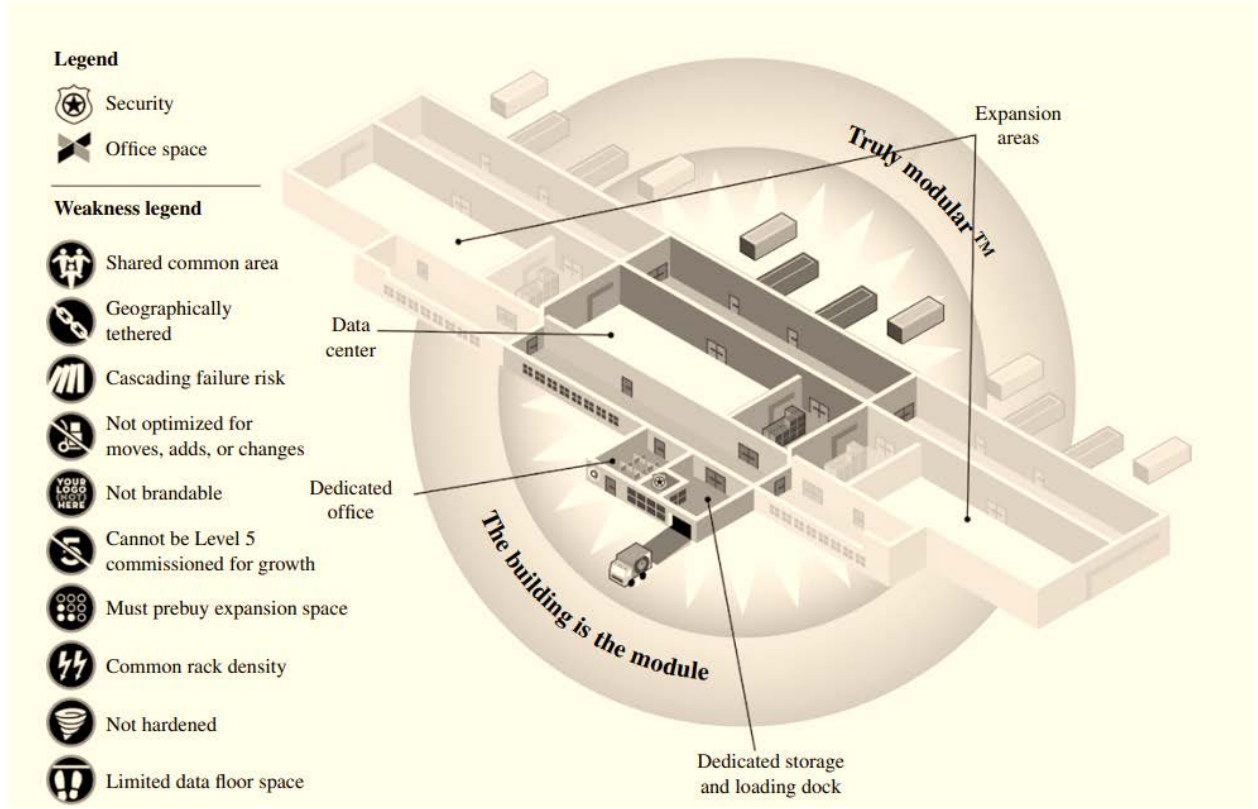
نظراً لأنها توفر للعملاء مرافق مخصصة خاصة بهم، تستخدم مراكز البيانات المستقلة بنياتها المعيارية لتزويد العملاء بجميع المكونات التشغيلية للموقع (مساحة المكتب، ورصيف التحميل، ومناطق التخزين وغرفة الاستراحة، ومنطقة الأمان) دون تحتاج إلى مشاركتها كما هو الحال في الحلول المعيارية الأخرى

مميزات هذا النوع

- الأمثل للمستخدمين المهتمين بالأمن
- جيد للمستخدمين الذين لا يرغبون في مشاركة أي مكونات مهمة
- الأمثل للمواقع المتنوعة جغرافياً
- جيد للتطبيقات ذات الأحمال التي تتراوح من 1 إلى 4 ميغاوات والتي تتزايد مع مرور الوقت
- مناسبة لتزويد مراكز البيانات
- تلبية لمتطلبات heterogeneous rack

عيوب هذا النوع

- حمل تكنولوجيا المعلومات الأولي يزيد عن 4 ميغاوات
- تطبيقات مراكز البيانات غير المهمة



تصنيف مراكز البيانات حسب الحجم

مراكز البيانات الكبيرة

لها مباني خاصة بها، مصممة خصيصاً لتوفير أفضل الظروف. عادةً ما يكون لديهم قنوات الاتصال الخاصة بهم التي يتصلون بها بالخوادم.

مراكز البيانات متوسطة الحجم

عادةً ما تقوم بتأجير موقع بحجم معين وقنوات ذات نطاق ترددي معين يُقاس عادةً بـ (Gbit/s).

مراكز البيانات الصغيرة

تقع في أماكن سيئة التكيف. وغالباً ما يستخدمون معدات ذات نوعية رديئة، ويقدمون الحد الأدنى من الخدمات

مراكز بيانات ذات الحاويات

يتم وضع الرفوف مع المعدات في حاويات بقياس 20 و 40 قدمًا. لديهم مزايا، حيث يمكن نقلهم عن طريق البر والسكك الحديدية.

مراكز البيانات المعيارية

السماح للعميل ببناء البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات للشركة استنادًا إلى وحدات وكتل ثابتة، بما في ذلك التسليم لمرة واحدة للبنية التحتية الكاملة لمركز البيانات (الأنظمة الهندسية: إمدادات الطاقة، والتبريد، ومكافحة الحرائق، والتحكم إلى الوصول).

من السهل نسبيًا إنشاء مركز بيانات معياري وتكوينه، ولكن لا تزال هناك حاجة إلى غرفة ذات حجم مناسب للتثبيت. تعتبر تكلفة مركز البيانات المعياري أكثر من مقارنة بمركز بيانات الحاوية. ومن حيث سرعة الإنشاء وسهولة التشغيل، فإن مركز البيانات المعياري يفوز بشكل كبير على المراكز الأخرى.

يتمتع مركز البيانات المعياري بنفس إمكانيات قابلية التوسع تقريبًا مثل مراكز البيانات الكلاسيكية وتقريبًا بنفس سرعة النشر مثل مركز بيانات الحاوية.

يوجد في الجدول التالي مقارنة بين أحجام مراكز البيانات

Table 1. Overview of common data center archetypes based on size (IT power), data center function [Val de Ha et al. (2014), Garcia et al. (2017)]

Items	Classification	Data center size (IT power)	Data Center function/objective
1	Server room	< 50 kW	✓ Supporting enterprise DC
2	Very small Data Centre	50 - 250 kW	✓ Supporting enterprise DC ✓ Business critical enterprise DC ✓ Co-location DC ✓ Hosted or Cloud Services Providers
3	Small Data Centre	250 - 1000 kW	✓ Supporting enterprise DC ✓ Business critical enterprise DC ✓ Co-location DC ✓ Hosted or Cloud Services Providers
4	Medium size Data Centre	1 - 2 MW	✓ Business critical enterprise DC ✓ Co-location DC ✓ Hosted or Cloud Services Providers
5	Large Data Centre	2 - 10 MW	✓ Business critical enterprise DC ✓ Co-location DC ✓ Hosted or Cloud Services Providers
6	Very large Data Centre	>10 MW	✓ Co-location DC ✓ Hosted or Cloud Services Providers

مراكز البيانات المعيارية Modular Data Centers التصميم واعتبارات أخرى

في سوق بناء مراكز البيانات (DC)، وصف المحللون مؤخرًا فئة تسمى مراكز البيانات المعيارية (MDCs). في عام 2012، كان هذا النوع من البناء يمثل أقل من 5٪ من إجمالي السوق، ولكن من المتوقع أن يتضاعف تقريبًا كل عام على مدار السنوات القليلة القادمة.

سيصف هذا الفصل تعريف مركز البيانات المعياري وتصميمه ونشره، إلى جانب الاعتبارات الأخرى لأوجه التشابه والاختلاف مع مراكز البيانات التقليدية.

السمة المميزة لـ MDC هي أنه عند مقارنتها بمركز بيانات متجانس فإن بعض أو كل مكونات MDC لا يتم بناؤها يدويًا في الموقع من مجموعة من الأجزاء ولكن يتم تسليمها كمصنع تم تصميمه مسبقًا وهندسته، وحدات تم تجميعها مسبقًا واختبارها مسبقًا. يشبه العديد من خبراء الصناعة مقارنة الفوائد بخط التجميع الآلي مقابل السيارات المصنوعة يدويًا. يتيح ذلك توفيرًا محتملاً للوقت والتكلفة، كما يسمح بقابلية التوسع المثلى لتوفير الكمية المناسبة من مركز البيانات اللازم لدعم احتياجات قابلية التوسع لتكنولوجيا المعلومات.

لا تنتج أي من الطريقتين بطبيعتها منتجًا نهائيًا بجودة أعلى أو أكثر ثراءً بالميزات؛ إنه ببساطة الفرق في التكلفة والوقت المتكبد خلال مرحلة بناء مركز البيانات. وبمجرد تحويله إلى التشغيل يصبح مجرد "مركز بيانات".

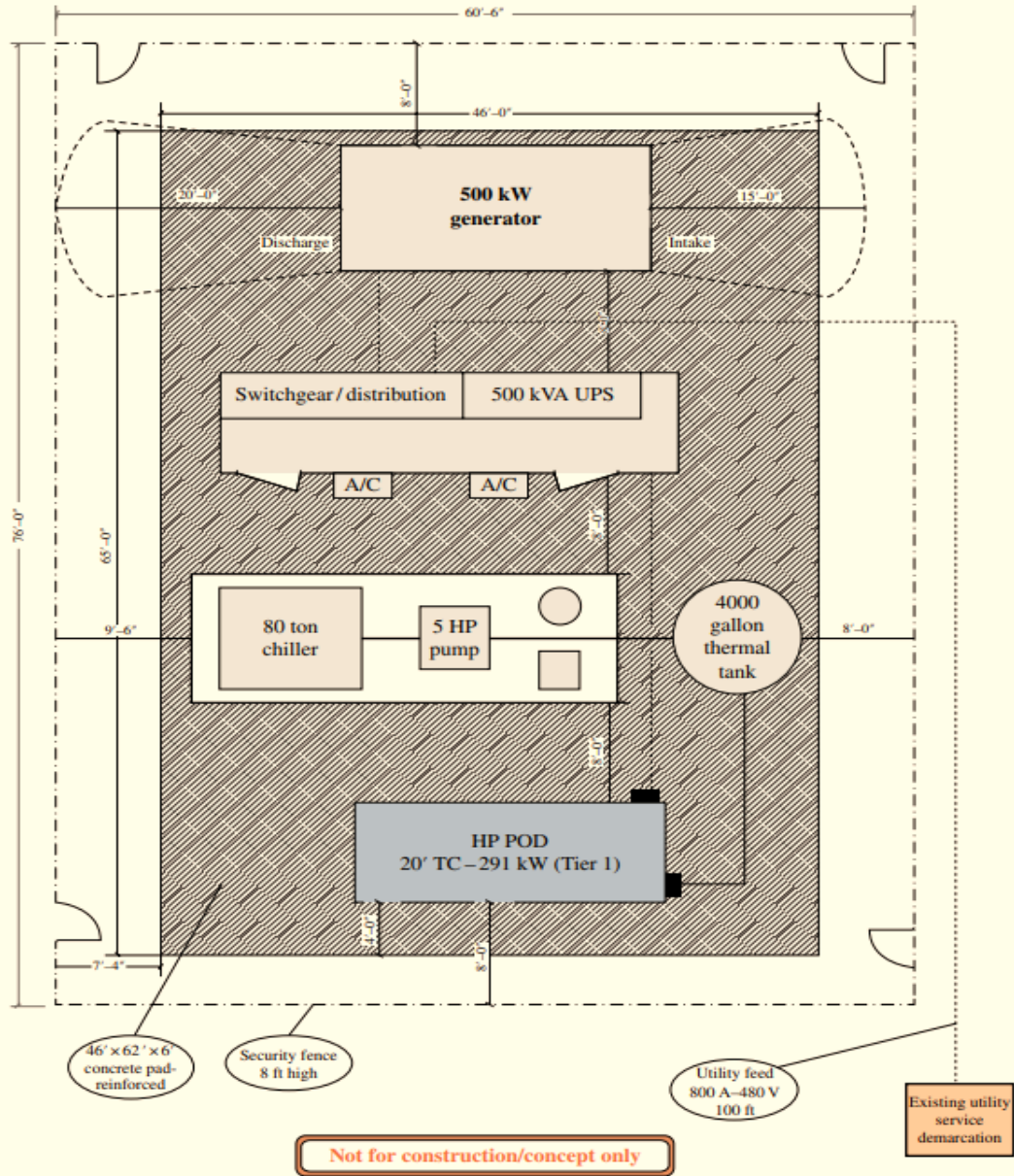
يمكن استخدام الوحدات المجمعة مسبقًا لبناء مركز بيانات الحفاظ على أصول الشركة من الأشخاص والوقت والقوة والمال

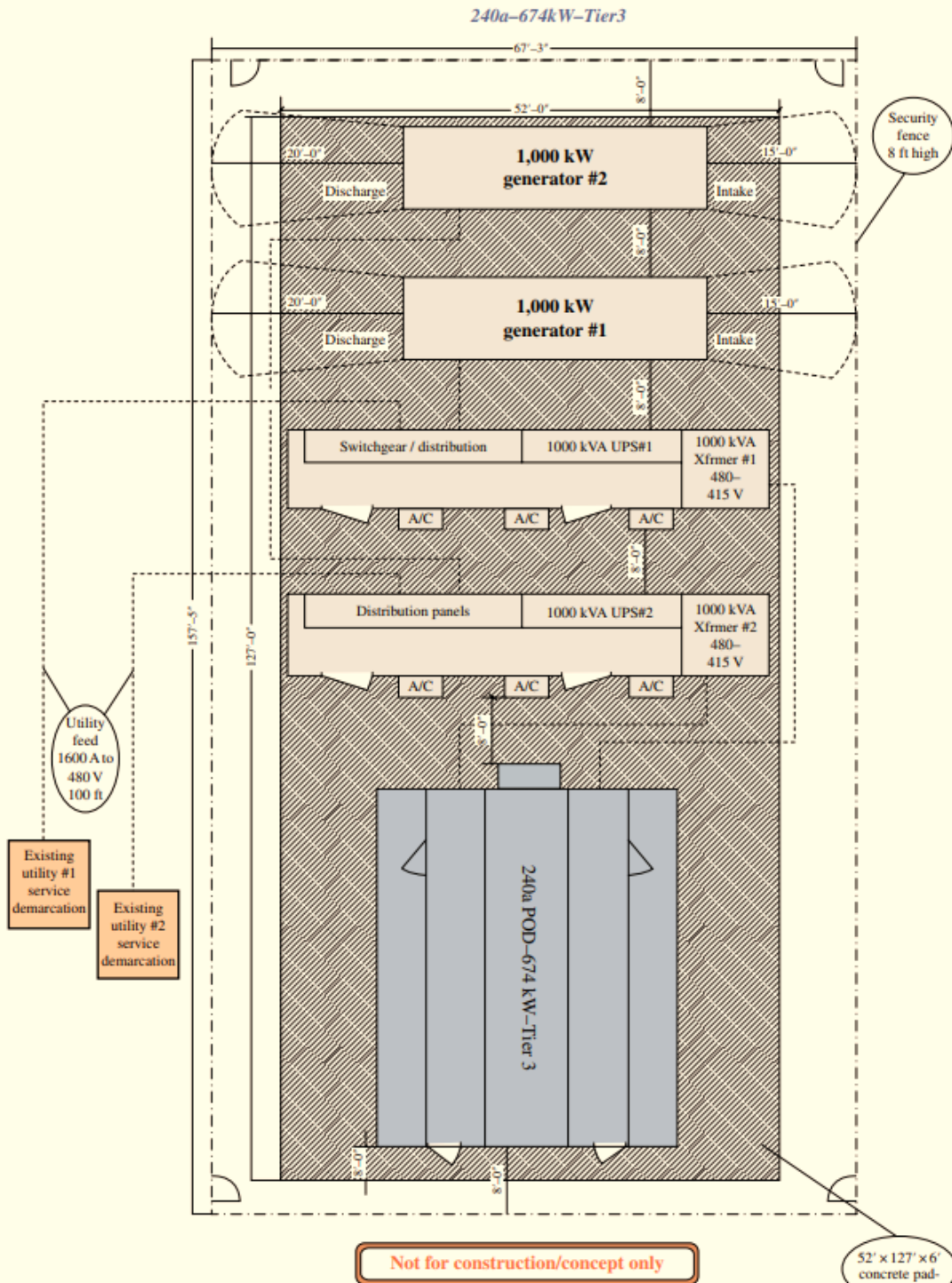
تحدث هذه الفوائد غالبًا عند محاذاة MDC إلى الحجم والجدول الزمني ومستوى الموثوقية لتكنولوجيا المعلومات التي تم بناؤها من أجل دعم يمكن أن يكون هذا صحيحًا سواء تم نشرها كوحدات فردية غير زائدة عن الحاجة بقدرة 50 أو 200 كيلووات وطاقة 2 نيوتن ومبردة وحدات بقدرة 300 كيلووات و1.5 ميجاوات، وحتى تجميعها وحدات إلى 20 ميجاوات + مراكز بيانات فئة المؤسسات.

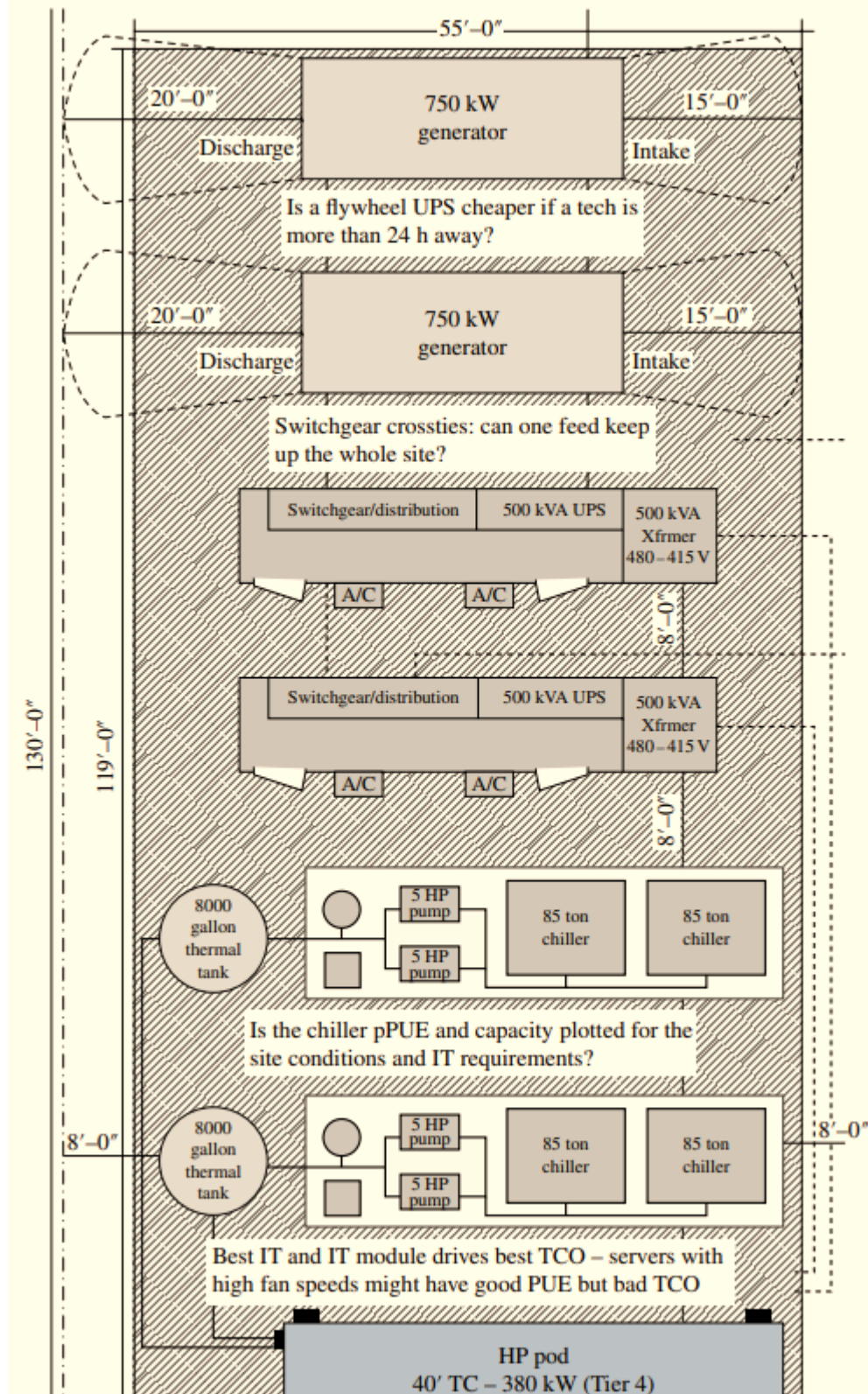
الدرس المستفاد من التصنيع هو أن التخصص يسمح بذلك دفع أقل مبلغ مقابل مجموعة مهارات الأشخاص المناسبين للحصول على المنتج في الوقت المطلوب أظهر في حركة التغيير الديمقراطي، هناك أقل حاجة إلى وجود العديد من المهندسين المعماريين على أعلى مستوى و المهندسين في الموقع وفي مراجعات التصميم والبناء، مدعومة بالعشرات من الفنيين الكهربائيين والميكانيكيين المحترفين لضمان الجودة والأداء، عندما يكون كل ذلك موجودًا تم تنفيذه بالفعل عدة مرات في بيئة بجودة المصنع وهذا يسمح للعميل النهائي أو ممثل البناء الخاص به بالحاجة إلى عدد أقل من الأشخاص وتقليل إجمالي تكاليف الموظفين بشكل عام. تم تصميم مكونات MDC مسبقًا وتجميعها مسبقًا في مصدرها حتى لا يتمكن العميل من إدارة الجدول الزمني لجميع العناصر الفرعية في تلك الوحدات. مخاوف الجدولة على أساس توافر الفولاذ الخام والنحاس وكتل المحرك، الضواغط والمكونات الكهربائية وما شابه ذلك، بما في ذلك تتم إزالة العمالة الماهرة لكل منها من مسؤولية العميل عدم الاضطرار إلى التخطيط المسبق حول هذه المترابطة يمكن أن تسمح الجداول الزمنية بتوفير الوقت لأكثر من عام، بما في ذلك القدرة على دفع بداية عملية البناء للتوافق بشكل أو ثقل مع احتياجات العمل المستقبلية. لأن

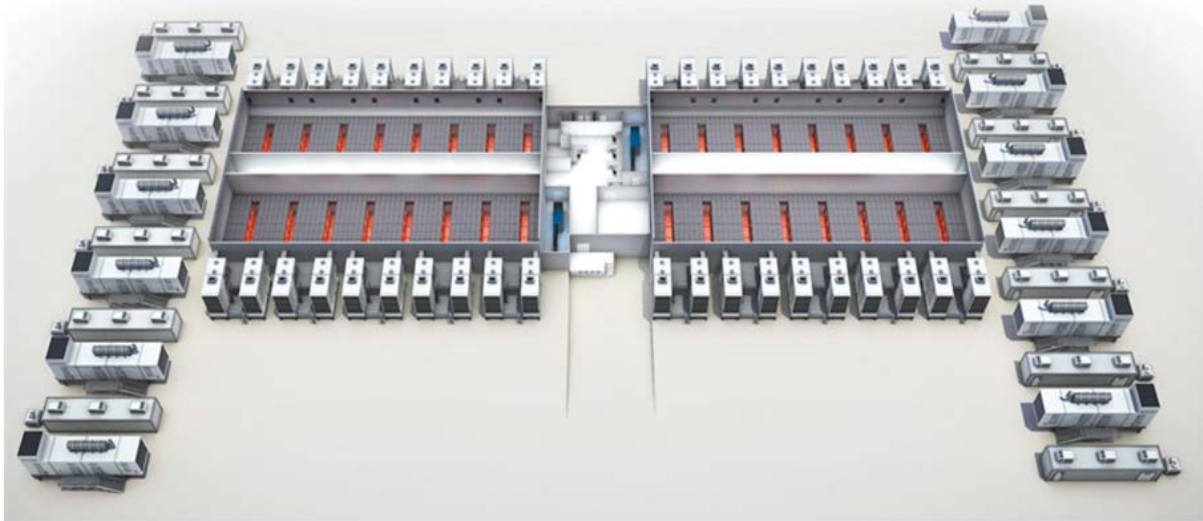
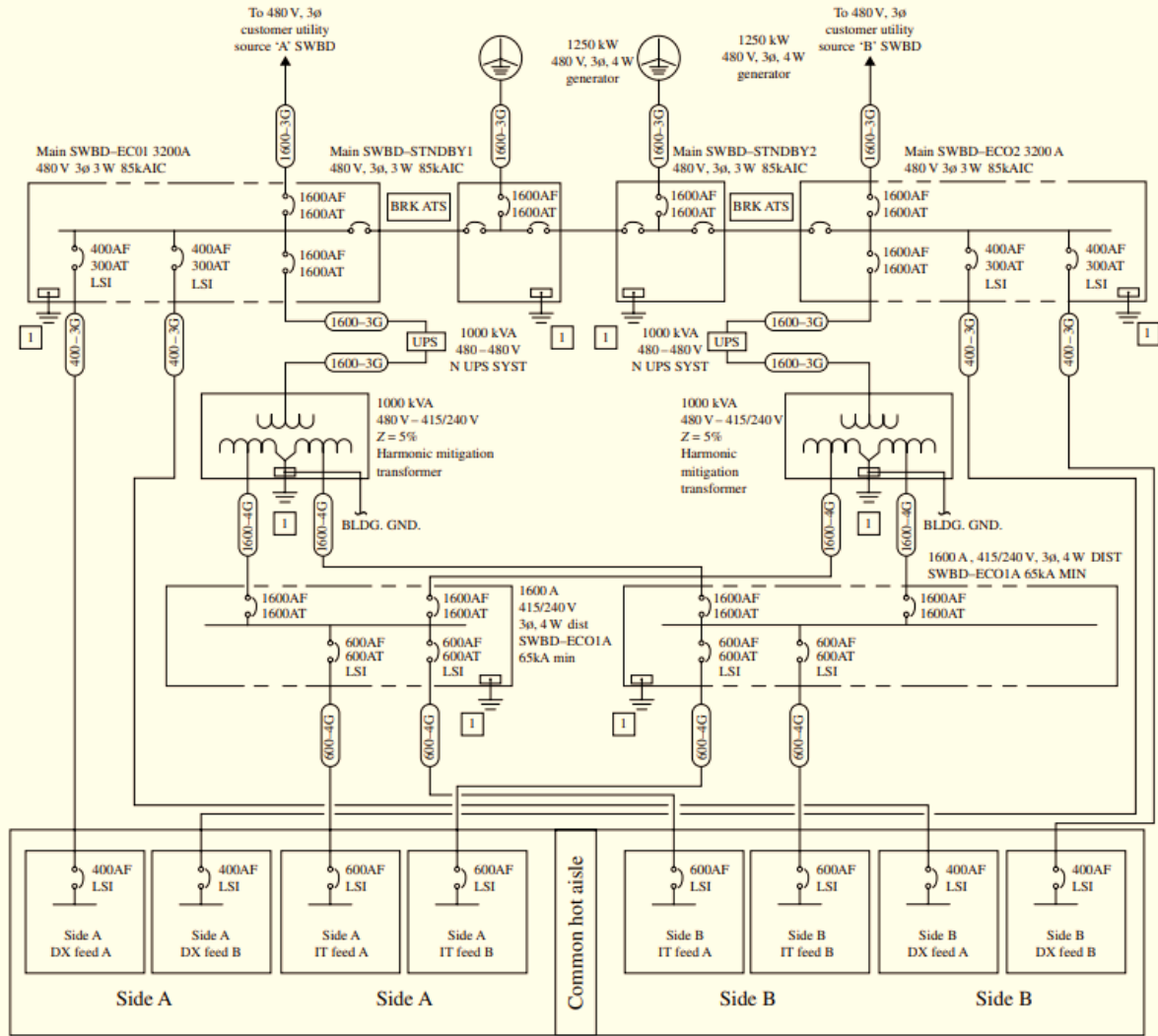
تصنيع الوحدات مقابل البناء في الموقع يستخدم أصولاً أقل من الموظفين، ولأن جميع المواد تتم إدارتها من حيث الحجم مقابل الوقت الحرج لكل حالة على حدة على أساس التكلفة الإجمالية لتوصيل البنية التحتية للطاقة بقدرة 2 ميغاوات أو يمكن أن يكون نظام التبريد 1000 طن أقل باستخدام طرق MDC كما يسمح التصنيع بتكرار جودة الاختبار الأكبر التجميعات في عملية تم التحقق من صحتها لخفض التكاليف وأقل الوقت مقارنة بضمان الجودة للآلاف الأجزاء الفردية التي تشكل الأعمال التي تم إنشاؤها في الموقع مركز البيانات الهامة.

فيما يلي مخطط MDC لشركة Hewlett-Packard . Courtesy of Hewlett-Packard











الطاقة والاستدامة في مراكز البيانات

تحسين التصميم المعياري للمرافق المرنة في سياق الحاجة إلى طاقة إضافية ومعدات تبريد لزيادة الموثوقية، والحاجة إلى زيادة الطاقة أو تقليلها أو تحويلها لمعدات تكنولوجيا المعلومات، فإن تطبيق النهج المعياري يمكن أن يقلل أيضاً من استهلاك الطاقة في مركز البيانات.

يؤدي استخدام النهج المتجانس التقليدي لأنظمة الطاقة والتبريد إلى إنتاج كمية أقل من المعدات ذات حجم أكبر (compared to a modular design approach). بالنسبة لمراكز البيانات الأصغر والأقل تعقيداً، يعد هذا النهج مقبولاً تماماً. ومع ذلك، بالنسبة لمراكز البيانات الكبيرة التي تحتوي على قاعات بيانات متعددة، والتي من المحتمل أن تكون لها متطلبات موثوقية مختلفة، يمكن أن يؤدي النهج المتجانس إلى صعوبات كبيرة في تحسين موثوقية مركز البيانات وقابليته للتوسع وكفاءته.

لتوضيح هذه الفكرة، تم إجراء تحليل على مركز بيانات تم تصميمه ليتم توسيعه من بناء قاعة بيانات واحدة في اليوم الأول إلى إجمالي ثلاث قاعات بيانات لتحقيق إمكانية الصيانة المتزامنة، سيتم تصميم أنظمة الطاقة والتبريد وفقاً لطوبولوجيا $N + 2$.

لتحسين تصميم النظام واختيار المعدات، تكون كفاءات التشغيل لنظام التوزيع الكهربائي ومعدات التبريد مطلوبة. كحد أدنى، ينبغي حساب كفاءة التشغيل عند أربع نقاط:

25، 50، 75، و100% من إجمالي القدرة التشغيلية. يمكن استخدام المعلومات التالية لاستخدامها في التحليل

نظام الكهرباء – UPS/لأغراض إجراء التحليل

تم استخدام UPS مزدوج التحويل Double-conversion. تم إنشاء منحنيات التفريغ باستخدام نموذج تحليل ثلاثي three parameter analysis model وفقاً لـ "مدونة قواعد الخاصة بكفاءة الطاقة وجودة التيار المتردد غير المنقطع" الصادر عن المفوضية الأوروبية لأنظمة الطاقة (UPS). تم تحليل النظام بنسبة 25 و50 و75 و100% من إجمالي حمل تكنولوجيا المعلومات.

الشيلر chiller

تم تصميم الشيلر المبرد بالماء باستخدام الحد الأدنى من متطلبات الطاقة ASHRAE (لكيلوواط / طن) ومعادلة ثنائية التربيع في النسبة و DT لنمذجة استهلاك طاقة الضاغط.

تم تحليل النظام بنسبة 25 و50 و75 و100% من إجمالي حمل تكنولوجيا المعلومات

نهج التحليل

الهدف من التحليل هو بناء نموذج رياضي mathematical يحدد العلاقة بين الفاقد الكهربائي عند نقاط التحميل الأربع، ومقارنة نوعين من الأنظمة ويتم استخدام هذا الأسلوب نفسه لتحديد استهلاك طاقة المبرد.

فيما يلي النظامان الأساسيان المستخدمان في التصميم

1. التصميم المتجانس Monolithic design

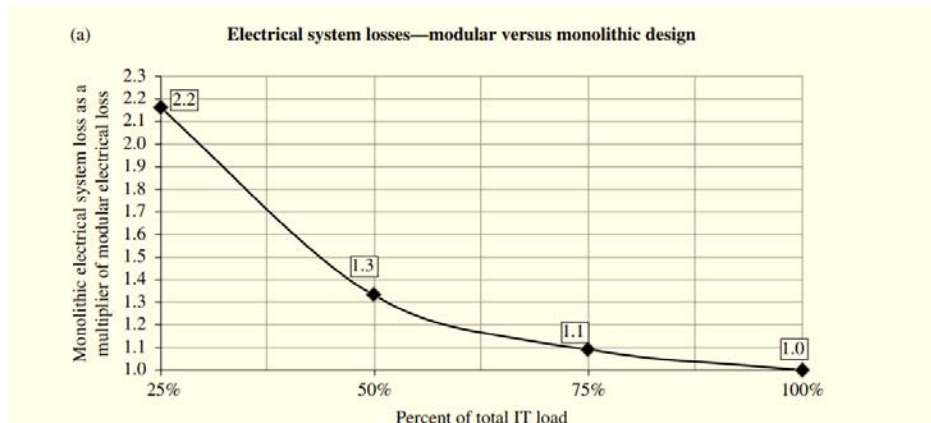
يفترض النهج المستخدم في هذا التصميم أن 100% من المتطلبات الكهربائية لتكنولوجيا المعلومات يتم تغطيتها بواسطة نظام واحد متجانس. أيضاً، من المفترض أن النظام المتجانس لديه القدرة على التعديل (إنتاج الطاقة أو قدرة التبريد) لتتناسب مع نقاط التحميل الأربع.

2. التصميم المعياري Modular design

يتكون هذا النهج من توفير أربع وحدات متساوية الحجم تتوافق مع نقاط التحميل الأربع.

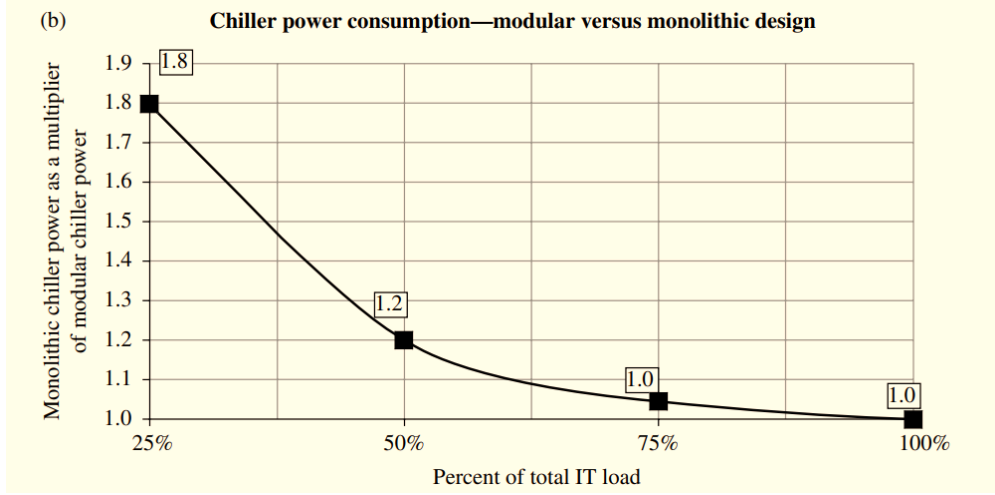
من المهم أن نفهم أن هذا التحليل يوضح كيفية المضي قدماً في تطوير علاقة عددية بين كفاءة الطاقة لنوع النظام المتجانس مقابل النوع المعياري. هناك العديد من المتغيرات الإضافية التي ستغير الناتج وقد يكون لها تأثير كبير على المقارنة بين نوعي النظام

بالنسبة للنظام الكهربائي تم حساب خسائر الكفاءة للنظام المتجانس عند نقاط التحميل الأربع تمت بعد ذلك مقارنة نقاط البيانات الناتجة بفقدان الكفاءة لأربعة أنظمة معيارية، تم تحميل كل منها بربع حمل تكنولوجيا المعلومات (محاكاة كيفية زيادة متطلبات الطاقة بمرور الوقت). باستخدام فقدان كفاءة النظام المعياري كقاسم، وخسائر كفاءة النظام المتجانس كبسط، تم تطوير المضاعف



بالنسبة للشيلر أو المبردات يتم اتباع نفس النهج، باستثناء استخدام قوة ضاغط المبرد كمؤشر. تم تصميم نظام تبريد متجانس عند نقاط التحميل الأربعة من أجل تحديد ذروة القدرة عند كل نقطة. بعد ذلك، تم تعديل أربعة أنظمة تبريد معيارية، كل منها يتحمل ربع حمل تكنولوجيا المعلومات. باستخدام فقدان كفاءة النظام المعياري كقاسم،

وخسائر كفاءة النظام المتجانس تم تطوير عدة إستخدامات يمكن استخدام الكماشات المتعددة لنظام التبريد والكهرباء كمؤشر أثناء عملية تحسين استخدام الطاقة، وقابلية التوسعة



كفاءة النظام الكهربائي لمراكز البيانات

في مراكز البيانات، تعد الموثوقية وقابلية الصيانة للأنظمة الكهربائية وأنظمة التبريد من متطلبات التصميم الأساسية لتمكين التشغيل الناجح لأنظمة تكنولوجيا المعلومات والتبريد.

من الممكن تحقيق أهداف الموثوقية وتحسين كفاءة الطاقة في نفس الوقت، ولكنه يتطلب تعاونًا وثيقًا بين فرق تكنولوجيا المعلومات وفرق المنشأة لتحقيق ذلك.

يمر نظام التوزيع الكهربائي في مركز البيانات بالعديد من المعدات والأنظمة الفرعية التي تبدأ عند مصادر الطاقة الرئيسية والمحولات والمفاتيح الكهربائية ووحدات UPS ووحدات PDU و RPP وإمدادات الطاقة، مما يؤدي في النهاية إلى تشغيل المراوح والمكونات الداخلية لمعدات تكنولوجيا المعلومات.

جميع هذه المكونات سيكون لديها درجة من عدم الكفاءة مما يؤدي إلى تحويل الكهرباء إلى حرارة (فقدان الطاقة). تتمتع بعض هذه المكونات باستجابة خطية لنسبة الحمل الإجمالي التي تم تصميمها للتعامل معها؛ سوف يظهر الآخرون سلوكًا غير خطي للغاية. من المهم فهم الاستجابة لظروف التحميل الجزئي عند تقدير الاستهلاك الإجمالي للطاقة في مركز بيانات بأحمال تكنولوجيا معلومات مختلفة. أيضًا، في حين أن مسارات توزيع الطاقة المتعددة التي يتم تنشيطها بشكل متزامن يمكن أن تزيد من توفر (موثوقية) عمليات تكنولوجيا المعلومات، فإن هذا النوع من الهيكل يمكن أن يقلل من كفاءة النظام ككل، خاصة عند أحمال تكنولوجيا المعلومات الجزئية.

من أجل توضيح تأثيرات كفاءة النظام الكهربائي، من المهم فهم العوامل الأساسية التي لها التأثير الأكبر على الأداء العام للنظام الكهربائي:

1- وحدة UPS والكفاءة الشاملة لنظام التوزيع الكهربائي

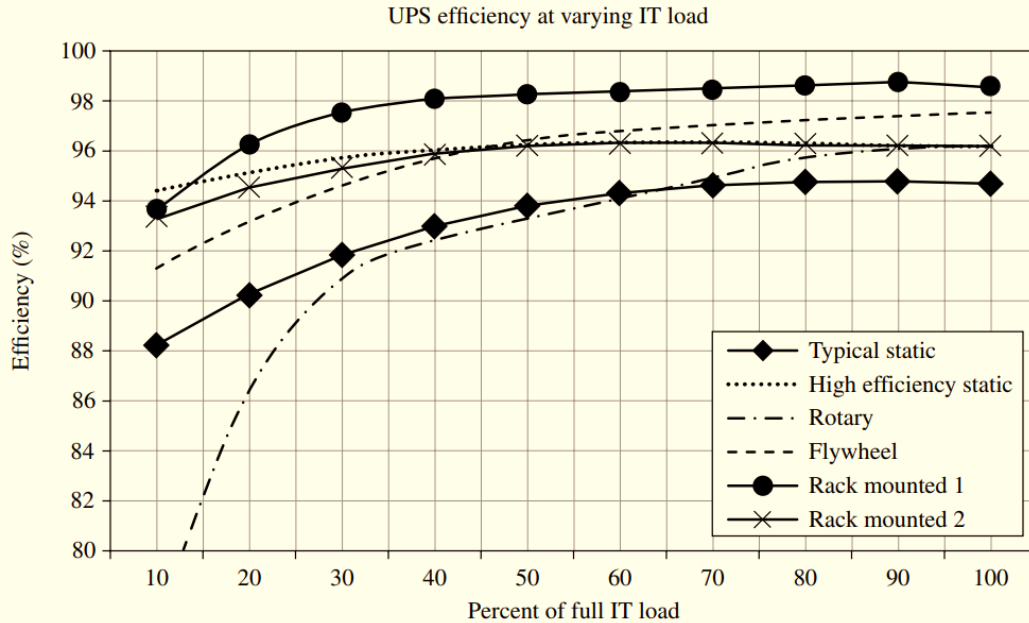
2- كفاءات التحميل الجزئي

3- نمطية النظام

4- طوبولوجيا النظام (الموثوقية)

5. التأثير على حمل التبريد

هناك العديد من الأنواع المختلفة لتقنيات UPS، كل منها مناسب لاستخدام معين. يعمل بعضها بشكل أفضل عند الأحمال المنخفضة، بينما يتم استخدام البعض الآخر بشكل حصري تقريباً لأحمال تكنولوجيا المعلومات الكبيرة جداً. يعتمد الاختيار النهائي لتقنية UPS حقاً على الحالة المحددة. ومع ذلك، من المهم معرفة أن أحجام UPS وأنواع الدوائر المختلفة لها منحنيات كفاءة مختلفة - وهو بالتأكيد ليس اقتراح "مقاس واحد يناسب الجميع". سيعمل كل نوع من أنواع UPS بشكل مختلف في ظروف التحميل الجزئي، لذا فإن التحليل عند التحميل 100 و75 و50 و25 و0% ضروري للحصول على صورة كاملة عن UPS وكفاءة النظام الكهربائي



عند قيم التحميل الجزئي المنخفضة، فإن أنظمة الموثوقية الأعلى (بشكل عام) سيكون لها خسائر إجمالية أعلى في النظام الكهربائي مقارنة بنظام موثوقية أقل ومع اقتراب نسبة الحمل من الوحدة، تضيق الفجوة بين النظامين. ستكون الخسائر المطلقة للنظام عالي الموثوقية أكبر بنسبة 50% عند تحميل 25% مقارنة بالنظام العادي، ولكن

هذا الهامش ينخفض إلى 23% عند تحميل 100%. عند تقدير استهلاك الطاقة السنوي لمركز بيانات، فمن المستحسن تضمين جدول زمني لأحمال تكنولوجيا المعلومات يعتمد على الجدول التشغيلي الفعلي لمعدات تكنولوجيا المعلومات، وبالتالي توفير تقدير أكثر دقة لاستهلاك الطاقة سيحتوي هذا الجدول الزمني على التشغيل الأسبوعي أو اليومي المتوقع، بما في ذلك ساعات التشغيل ونسبة التحميل في كل ساعة لأجهزة الكمبيوتر (استناداً إلى بيانات العمل التاريخية)، ولكن الأهم من ذلك هو زيادة الطاقة على المدى الطويل متطلبات أجهزة الكمبيوتر. ومع هذا النوع من المعلومات، سيكون التخطيط والتحليل لإجمالي استهلاك الطاقة السنوي أكثر دقة.

بالإضافة إلى كفاءة معدات UPS، فإن نمطية النظام الكهربائي سيكون لها تأثير كبير على كفاءة النظام ككل. عادةً ما يتم تصميم وحدات UPS كأنظمة، حيث تتكون الأنظمة من وحدات متعددة. لذلك، داخل النظام، يمكن أن يكون هناك وحدات UPS زائدة عن الحاجة أو قد يكون هناك تكرار في الأنظمة نفسها يعتمد التصميم الهيكلي النهائي في المقام الأول على موثوقية المالك وقابلية التوسعة ومتطلبات التكلفة. كلما زاد عدد وحدات UPS، قل حجم الحمل الإجمالي الذي سيتم التعامل معه بواسطة كل وحدة.

تصبح تأثيرات ذلك واضحة في الأنظمة عالية الموثوقية عند الأحمال المنخفضة حيث من الممكن أن يكون لديك وحدة UPS واحدة تعمل بنسبة 25% (أو أقل) من سعتها المقدرة في النهاية، عندما يتم تجميع جميع وحدات UPS والأنظمة والمعدات الكهربائية الأخرى معاً لإنشاء نظام توزيع كهربائي موحد مصمم لتلبية متطلبات موثوقية وتوافر معينة، يتم تطوير قيم الكفاءة بنسب التحميل المختلفة للنظام بأكمله يتضمن النظام بأكمله الآن جميع عمليات توزيع الطاقة في اتجاه المصدر والأسفل لمعدات UPS. بالإضافة إلى الخسارة التي تتكبدها معدات UPS، يجب حساب الخسائر الناجمة عن المحولات والمولدات والمفاتيح الكهربائية ووحدات توزيع الطاقة (مع أو بدون مفاتيح نقل ثابتة)، وأسلاك التوزيع. عندما يتم تحليل كل هذه المكونات لطوبولوجيات النظام المختلفة، يمكن إنشاء منحنيات الخسارة بحيث يمكن مقارنة مستويات الكفاءة بموثوقية النظام، مما يساعد في عملية صنع القرار. وبشكل عام، هناك علاقة عكسية بين مستوى الموثوقية المتوقع للنظام الكهربائي والكفاءة؛ بشكل عام، كلما زادت قدرة الاعتماد، انخفضت الكفاءة.

توصيات لقياس وإعداد التقارير عن الكفاءة الشاملة لمركز البيانات

System	Units	Data Source	Duration
Total recirculation fan (total CRAC) usage	kW	From electrical panels	Spot
Total make-up air handler usage	kW	From electrical panels	Spot
Total IT equipment power usage	kW	From electrical panels	Spot
Chilled water plant	kW	From electrical panels	1 week
Rack power usage, 1 typical	kW	From electrical panels	1 week
Number of racks	number	Observation	Spot
Rack power usage, average	kW	Calculated	N/A
Other power usage	kW	From electrical panels	Spot
Data center temperatures (located strategically)	°F	Temperature sensor	1 week
Humidity conditions	R.H.	Humidity sensor	1 week
Annual electricity use, 1 year	kWh/year	Utility bills	N/A
Annual fuel use, 1 year	Therm/year	Utility bills	N/A
Annual electricity use, 3 prior years	kWh/year	Utility bills	N/A
Annual fuel use, 3 prior years	Therm/year	Utility bills	N/A
Peak power	kW	Utility bills	N/A
Average power factor	%	Utility bills	N/A
Facility (total building) area	sf	Drawings	N/A
Data center area (electrically active floor space)	sf	Drawings	N/A
Fraction of data center in use (fullness factor)	%	Area and rack observations	Spot
Airflow	CFM	(Designed, Test and Balance report)	N/A
Fan power	kW	3Φ true power	Spot
VFD speed	Hz	VFD	Spot
Set point temperature	°F	Control system	Spot
Return air temperature	°F	10 k Thermistor	1 week
Supply air temperature	°F	10 k Thermistor	1 week
RH set point	RH	Control system	Spot
Supply RH	RH	RH sensor	1 week
Return RH	RH	RH sensor	1 week
Status	Misc.	Observation	Spot
Cooling load	Tons	Calculated	N/A
Chiller power	kW	3Φ true power	1 week
Primary chilled water pump power	kW	3Φ true power	Spot
Secondary chilled water pump power	kW	3Φ true power	1 week
Chilled water supply temperature	°F	10 k Thermistor	1 week
Chilled water return temperature	°F	10 k Thermistor	1 week
Chilled water flow	gpm	Ultrasonic flow	1 week
Cooling tower power	kW	3Φ true power	1 week
Condenser water pump power	kW	3Φ true power	Spot
Condenser water supply temperature	°F	10 k Thermistor	1 week
Chiller cooling load	Tons	Calculated	N/A
Backup generator(s) size(s)	kVA	Label observation	N/A
Backup generator standby loss	kW	Power measurement	1 week
Backup generator ambient temp	°F	Temp sensor	1 week
Backup generator heater set point	°F	Observation	Spot
Backup generator water jacket temperature	°F	Temp sensor	1 week
UPS load	kW	UPS interface panel	Spot
UPS rating	kVA	Label observation	Spot
UPS loss	kW	UPS interface panel or measurement	Spot
PDU load	kW	PDU interface panel	Spot
PDU rating	kVA	Label observation	Spot
PDU loss	kW	PDU interface panel or measurement	Spot
Target	Units	Data source	Duration
Outside air dry-bulb temperature	°F	Temp/RH sensor	1 week
Outside air wet-bulb temperature	°F	Temp/RH sensor	1 week

البنية التحتية لمركز البيانات

يتكون أي مركز بيانات من كتلتين تكنولوجيتين:

1-المعلومات

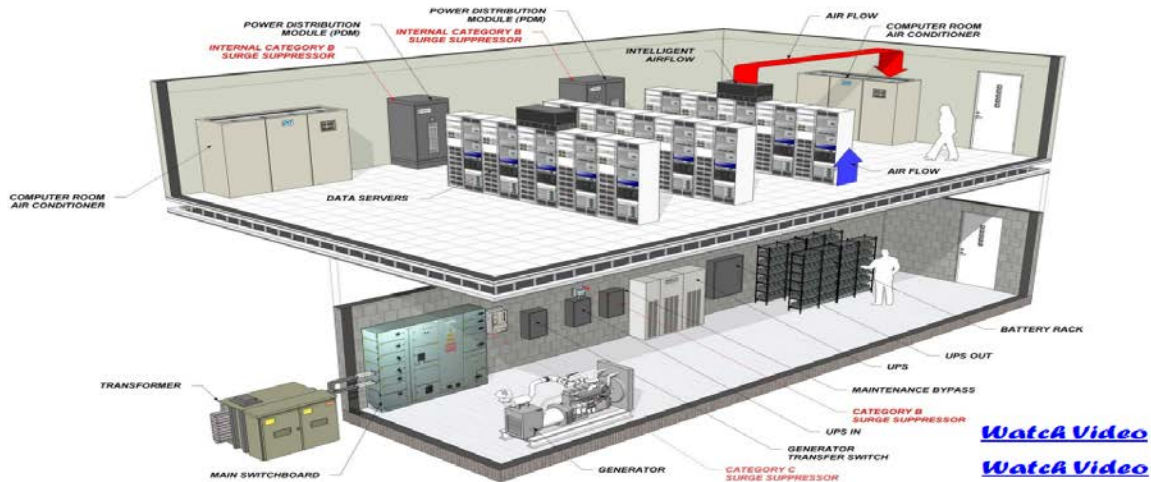
المسؤولة عن معالجة المعلومات وتخزينها وتشتمل البنية التحتية للمعلومات على مجمع خوادم وأنظمة تخزين البيانات والنسخ الاحتياطي. توفر البنية التحتية للشبكة والاتصالات التفاعل بين الخوادم، وتجمع الطبقات المنطقية، وتشكل قنوات الاتصال، بما في ذلك الاتصالات الأساسية مع مشغلي وقنوات الاتصالات التي توفر وصول المستخدم إلى موارد مركز البيانات. تسمح البنية التحتية للاتصالات بالربط البيئي لعناصر مركز البيانات والاتصال بين مركز البيانات والمستخدمين.

2- البنية التحتية الهندسية

تعد الأنظمة الهندسية لمركز البيانات نظامًا معقدًا لدعم الحياة لمركز البيانات وتوفير الأمان المادي لوحدة الحوسبة من الكوارث الطبيعية والوصول غير المصرح به والحرائق والفيضانات.

يتم إنشاء البنية التحتية الهندسية لمركز البيانات على مستوى التصميم مع مراعاة التوسع المستقبلي وتتضمن عددًا من أنظمة النسخ الاحتياطي الفرعية التي تضمن التشغيل المستقر للخوادم. وفي الوقت نفسه، فإن توزيع تكاليف الأنظمة الفرعية لمراكز البيانات غير متساوي الحصة الأكبر، حوالي ثلث إجمالي الموارد المالية التي يتم إنفاقها، يتم حسابها من تكلفة نظام إمدادات الطاقة المضمن (34%). كما يتم تكبد نفقات كبيرة لمركز البيانات عن طريق تكييف الهواء (21%) والهندسة المعمارية للمبنى (23%). وتمثل شبكات الاتصالات 7%، بالإضافة إلى حوالي 9% لمعدات إطفاء الحرائق بالغاز والتحكم في الدخول والمراقبة بالفيديو.

أصغر حصة من التكاليف الرئيسية هي تنظيم نظام المراقبة (1%). إنه واضح أن الأنظمة الثلاثة الأولى تتحمل غالبية التكاليف (78%). ولذلك، يمكن تحقيق وفورات كبيرة من خلال تحسينها



شهادات معهد Uptime وخطط Redundancy

هناك معايير لتصميم مراكز البيانات والبنية التحتية لمركز البيانات أو الداتا سنتر. المعيار الأكثر شيوعاً هو ANSI/TIA-942 يضمن هذا المعيار أن مركز البيانات يحتوي على واحدة من أربع فئات يعرض مستوى التكرار والتسامح مع الأخطاء لمركز البيانات. هناك أربع مستويات كمايلي :-

المستوى الأول Tier 1: Basic site infrastructure

وهذا هو أبسط من جميع المستويات يحتوي على مكونات ذات سعة واحدة ومسار توزيع واحد غير زائد عن الحاجة

المستوى الثاني Tier 2: Redundant-capacity component site infrastructure

يوفر هذا المستوى حماية محسنة ضد الأحداث المادية و يحتوي على مكونات ذات سعة زائدة ومسار توزيع واحد غير زائد عن الحاجة.

المستوى الثالث Tier 3: Concurrently maintainable site infrastructure

توفر هذه الطبقة حماية كاملة تقريباً ضد الأحداث الافتراضية والمادية، وتحتوي على مكونات ذات سعة زائدة وبعض مسارات التوزيع المستقلة و يمكن إزالة كل مكون أو استبداله دون تعطيل الخدمات المقدمة للمستخدمين النهائيين.

المستوى الرابع Tier 4: Fault-tolerant site infrastructure

يوفر مركز البيانات بهذا المستوى أعلى مستويات الحماية من الأخطاء والتكرار و يحتوي على مكونات ذات سعة زائدة وبعض مسارات التوزيع المستقلة تتيج إمكانية الصيانة المتزامنة وخطأ واحد في أي مكان أثناء التثبيت دون التسبب في توقف مركز البيانات

الجدول التالية توضح الفرق بين جميع المستويات

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Active Capacity Components to Support the IT Load	N	N + 1	N + 1	N After Any Failure
Distribution Paths	1	1	1 Active and 1 Alternate	2 Simultaneously Active
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Continuous Cooling	No	No	No	Yes

	Rated 1	Rated 2	Rated 3	Rated 4
Active Capacity Components to Support the IT Load	N	N + 1	N + 1	N + N
Distribution Paths	1	1	1 Active and 1 Alternate	2 Simultaneously Active
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	Yes	Yes
Continuous Cooling	No	No	No	No

This chart illustrates Tier similarities and differences

	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Number of delivery paths	Only 1	Only 1	1 active 1 passive	2 active
Redundant components	N	N+1	N+1	2 (N+1) or S+S
Support space to raised floor ratio	20%	30%	80-90%	100%
Initial watts/ft*	20-30	40-50	40-60	50-80
Ultimate watts/ft*	20-30	40-50	100-150	150+
Raised floor height	12"	18"	30-36"	30-36"
Floor loading pounds/ft*	85	100	150	150+
Utility voltage	208, 480	208, 480	12-15kV	12-15kV
Months to implement	3	3 to 6	15 to 20	15 to 20
Year first deployed	1965	1970	1985	1995
Construction \$/ft* raised floor*	\$450	\$600	\$900	\$1,100+
Annual IT downtime due to site	28.8 hrs	22.0 hrs	1.6 hrs	0.4 hrs
Site availability	99.671%	99.749%	99.982%	99.995%

*Excludes land and abnormal civil costs. Assumes minimum of 15,000 ft² of raised floor, architecturally plain one story fitted out with initial capacity, but with the backbone designed to reach the ultimate capacity with the installation of additional components. Make adjustments for NYC, Chicago, and other high cost areas.

Table 1 Source: The Uptime Institute© 2001

Details	Tier I [1]	Tier II [2]	Tier III [3]	Tier IV [4]
	Basic Capacity	Redundant Site Infrastructure	Concurrently Maintainable	Fault Tolerant
Active components supporting the IT Load	Normal	Normal+1	Normal+1	Normal After any failure
Generator System	Primary Power Source vs Utility	Primary Power Source vs Utility	Primary Power Source vs Utility	Primary Power Source vs Utility
Electrical Distribution Paths	1	1	1 Active 1 Alternate	2 Active at same time
Cooling Distribution Paths	1	1	1 Active 1 Alternate	2 Active at same time
IT Equipment Power Paths	1	1	1 Active 1 Alternate	2 Active at same time
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerant	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Dedicated IT Area	Yes	Yes	Yes	Yes
Dedicated Cooling Equipment	Yes	Yes	Yes	Yes
Sufficient IT capacity when a critical component is removed from service	No	Yes	Yes	Yes
UPS Systems	Normal	Normal+1	Normal+1	Normal After any failure
Make-up Water	Normal [12 hours storage]	Normal [12 hours storage]	Normal+1 [12 hours storage]	Normal After any failure

Details	Tier I [1]	Tier II [2]	Tier III [3]	Tier IV [4]
				[12 hours storage]
Engine Generator Rating	Prime	Prime	Continuous	Continuous
Engine Generator/Fuel Cell	Normal [12 hours storage]	Normal [12 hours storage]	Normal+1 [12 hours storage]	Normal After any failure [12 hours storage]

المخططات الرئيسية Redundancy schemes الأنظمة الهندسية لمراكز البيانات

من الضروري النظر في مخططات Redundancy schemes تتم الإشارة إلى جميع أنظمة schemes بالرمز N، وهو كلمة "need".

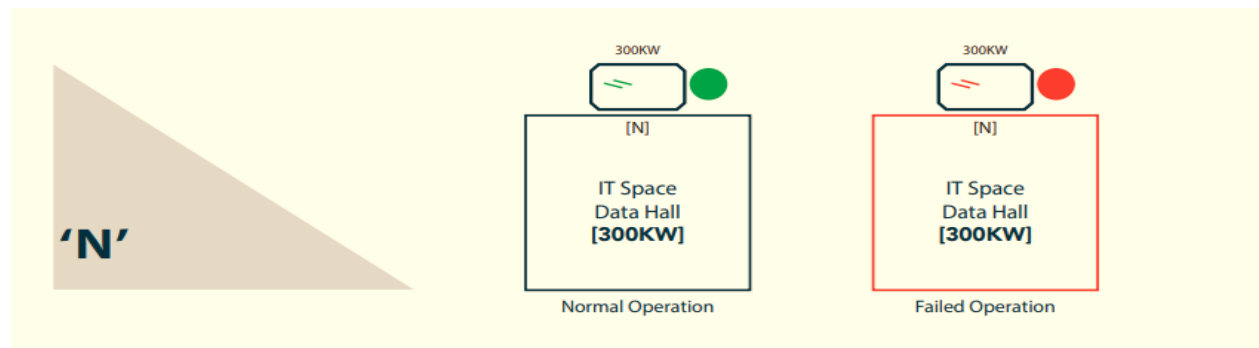
يتكون أي نظام من عدد مختلف من المكونات الهامة، كل منها ضروري لعمله.

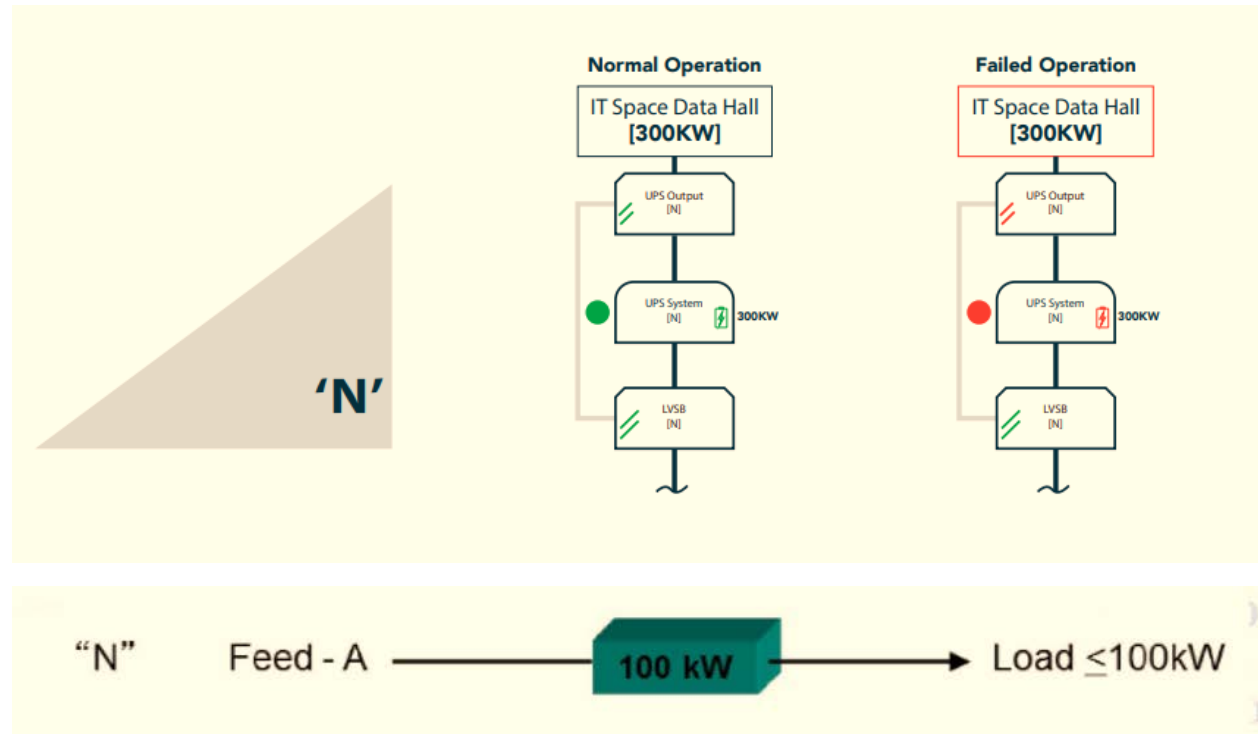
دعونا نلقي نظرة على مخططات التكرار الرئيسية:

N

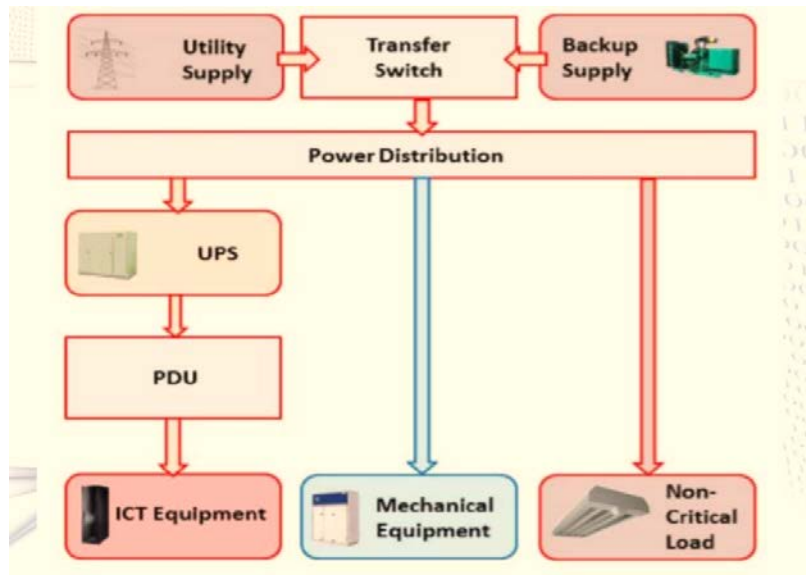
لا يحتوي هذا الخيار على **Redundancy** إضافي. تعتمد موثوقية النظام بشكل مباشر على جودة تنفيذ كل عنصر هيكلي. وبناء على ذلك، إذا توقف أحد المكونات عن العمل، يتوقف النظام بأكمله عن العمل. هذا المخطط قديم ولا يستخدم اليوم.

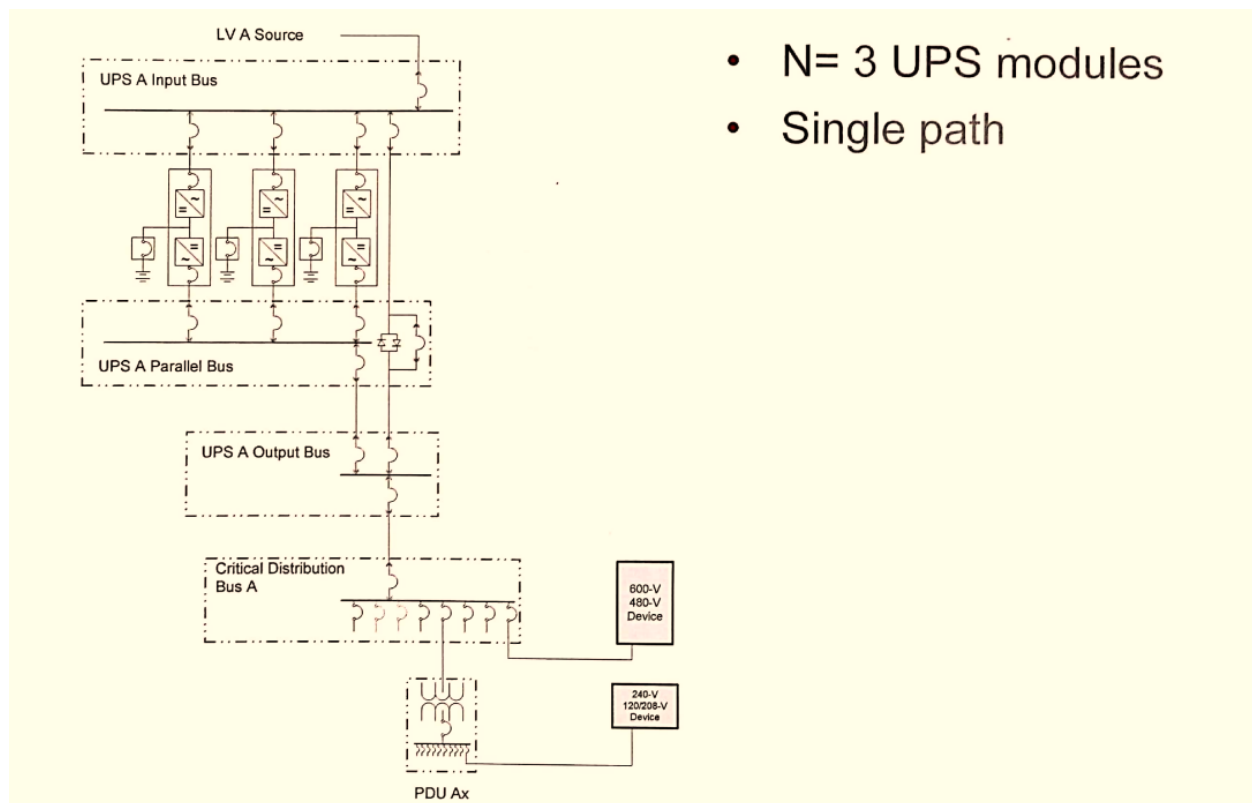
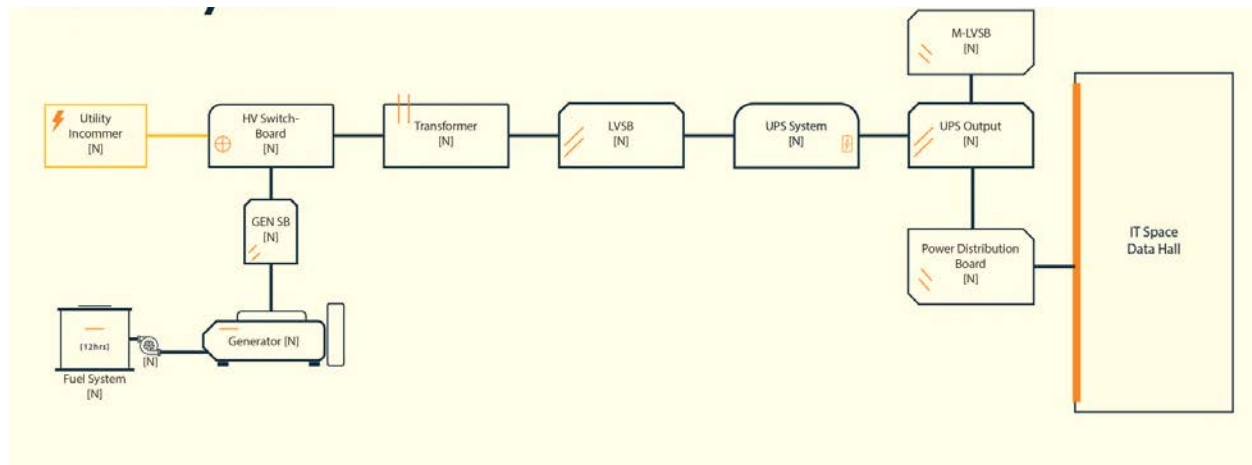
● 100% Load/Running
 ● Part Load/Running
 ● Off/Failed





Basic Component

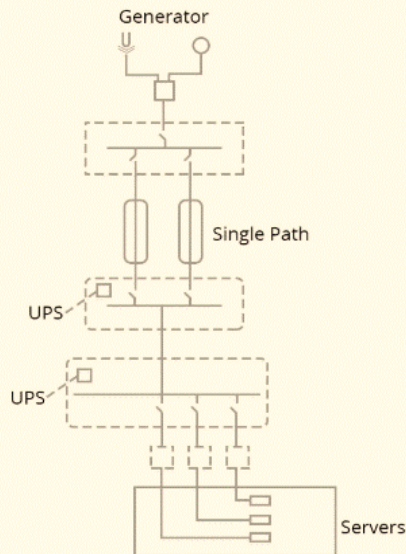




- N= 3 UPS modules
- Single path

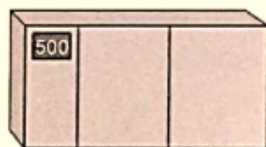
Tier 1 Basic Capacity

N = 2 UPS modules
Single path

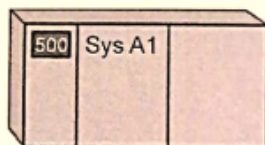
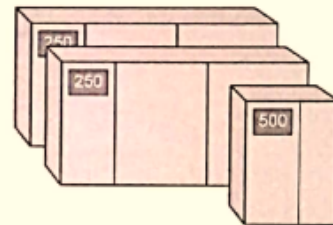


Function	Tier I
Active Capacity Components to Support the IT Load	N
Distribution Paths	1
Concurrently Maintainable	No
Fault Tolerance	No
Compartmentalization	No
Continuous Cooling	No

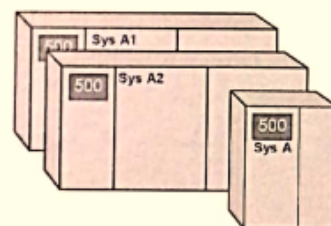
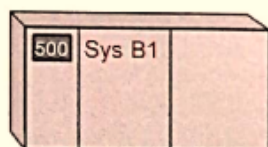
UPS Capacity – “Need” versus Redundant



Basic
N= 400 kW

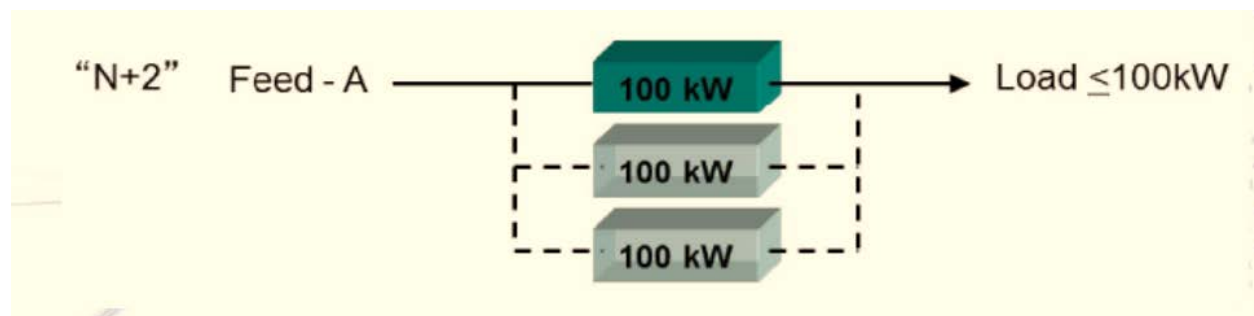
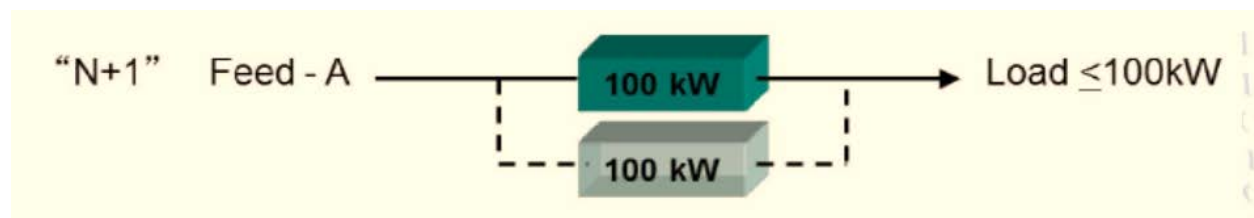
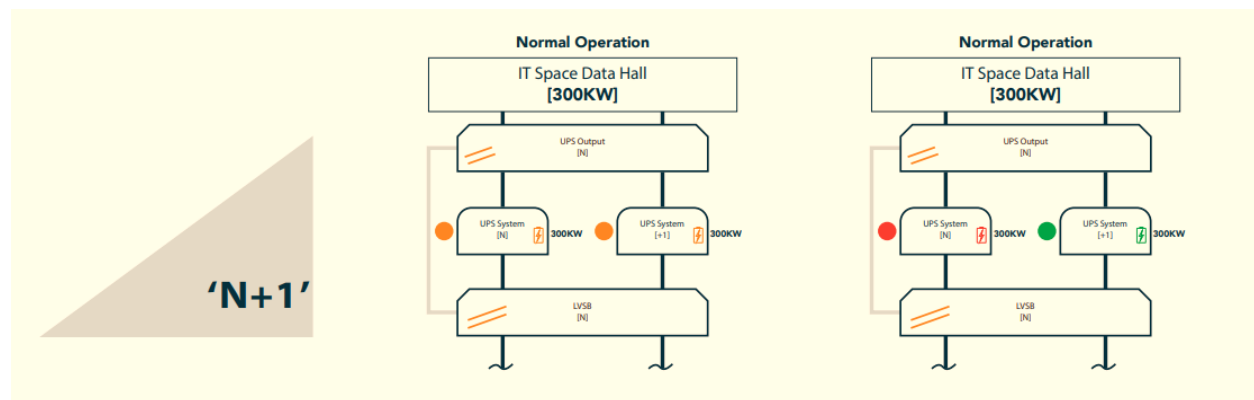
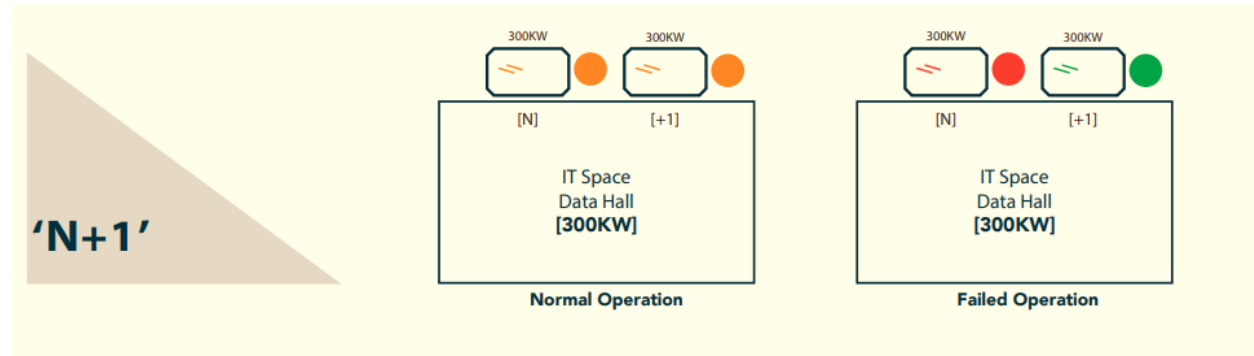


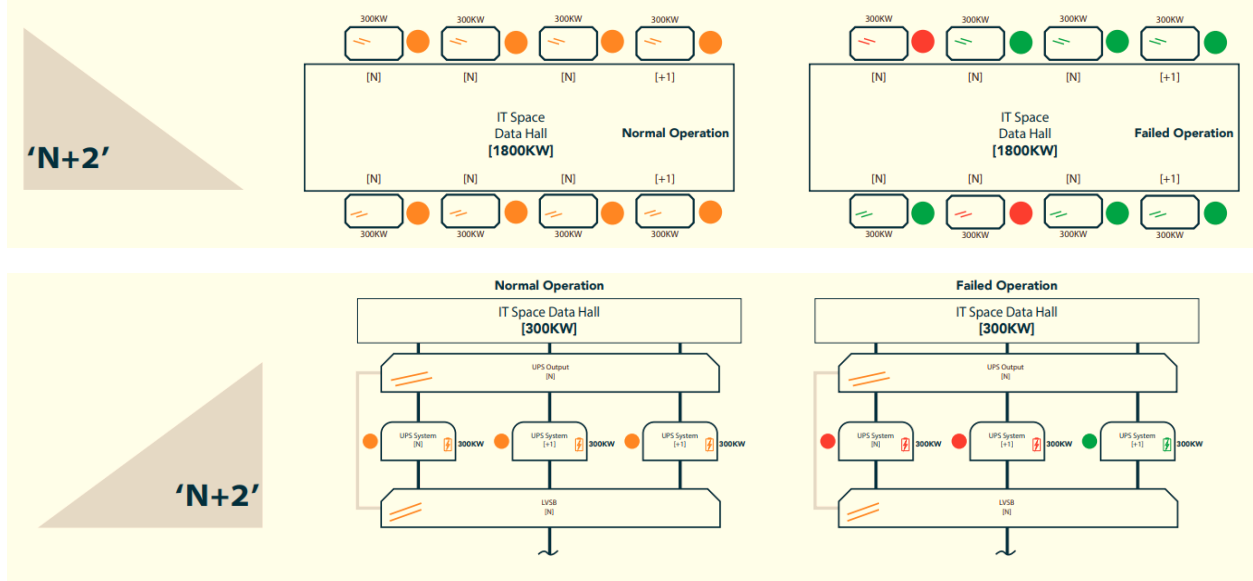
Redundant
N= 400 kW



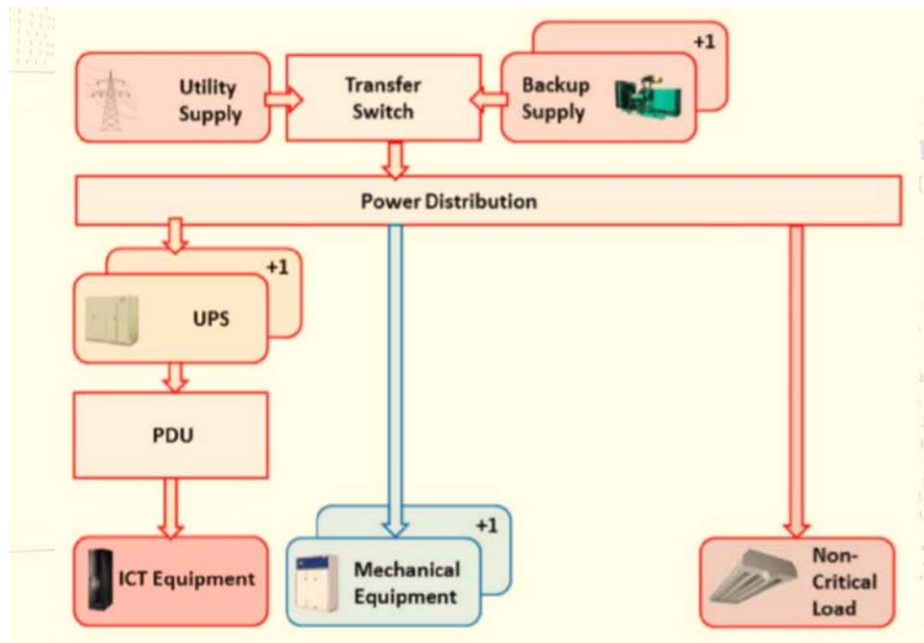
N+1

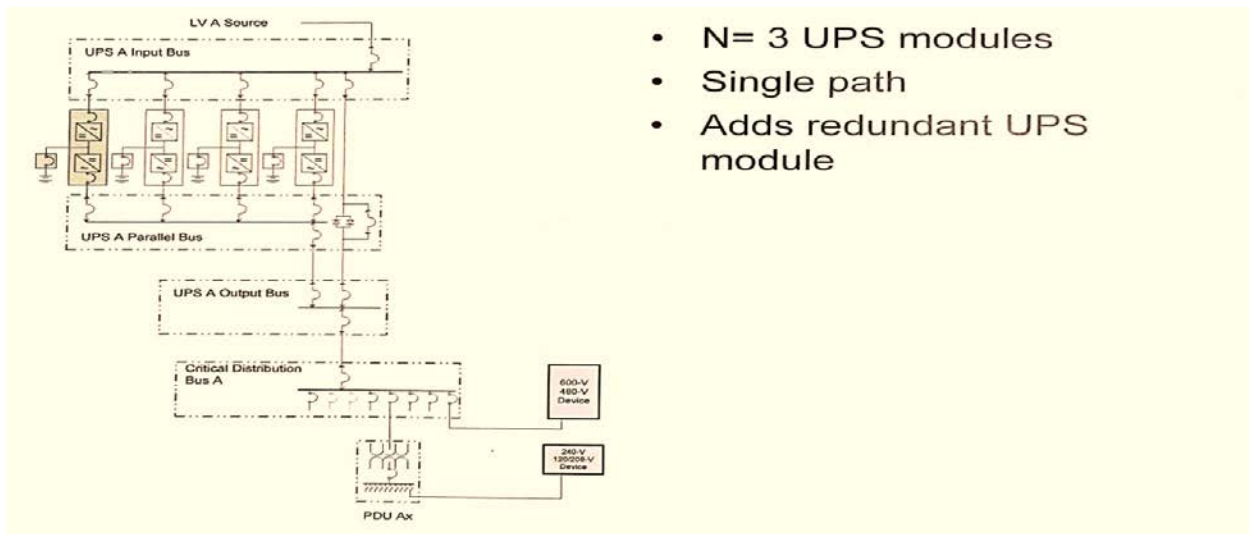
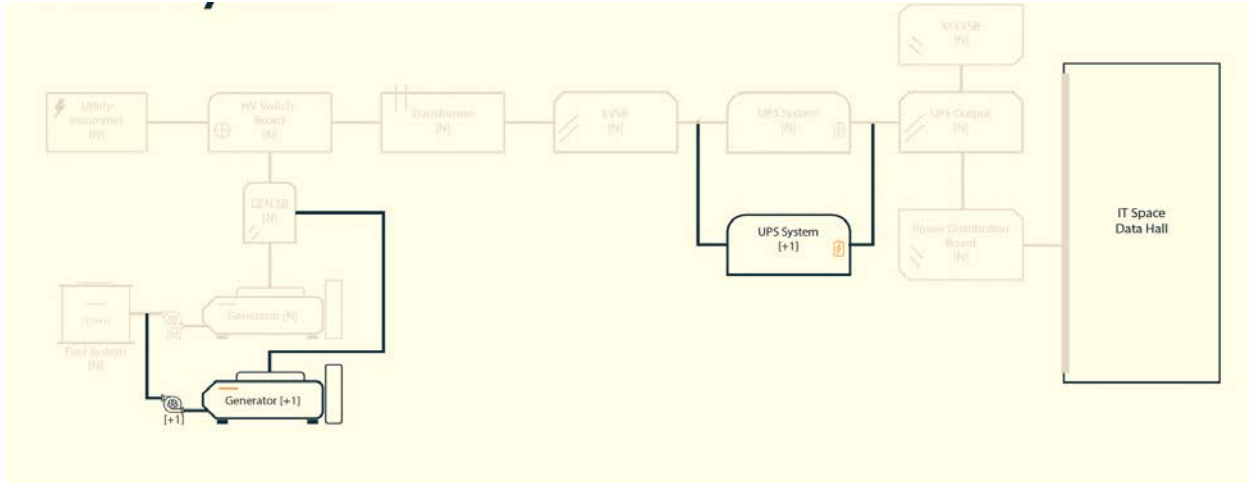
يعني وجود عنصر احتياطي واحد لا يتم استخدامه حتى تحدث مشكلة في النظام. بمجرد فشل أحد المكونات الهامة، سيحل محله مكون النسخ الاحتياطي، وهذا لا يؤثر على تشغيل النظام. العيب الوحيد للمخطط: لإجراء الإصلاحات، سيتعين على النظام إيقاف تشغيله بالكامل.





Redundant Component

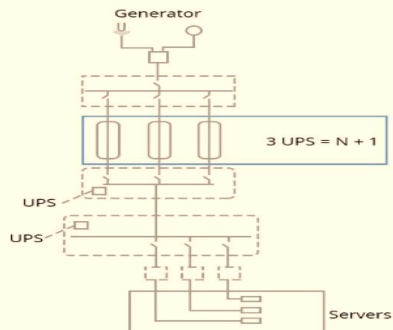




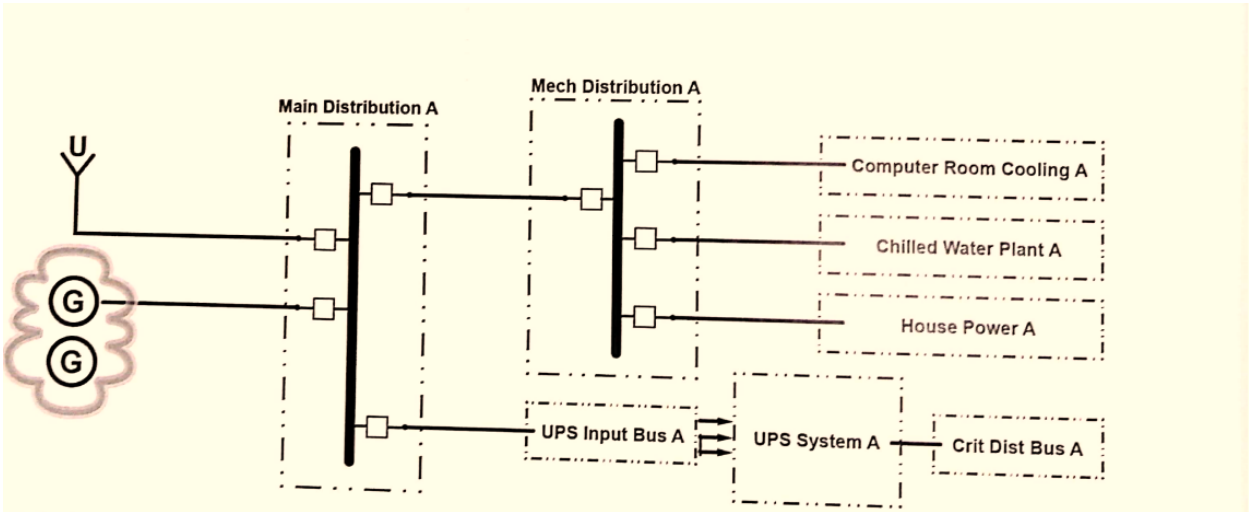
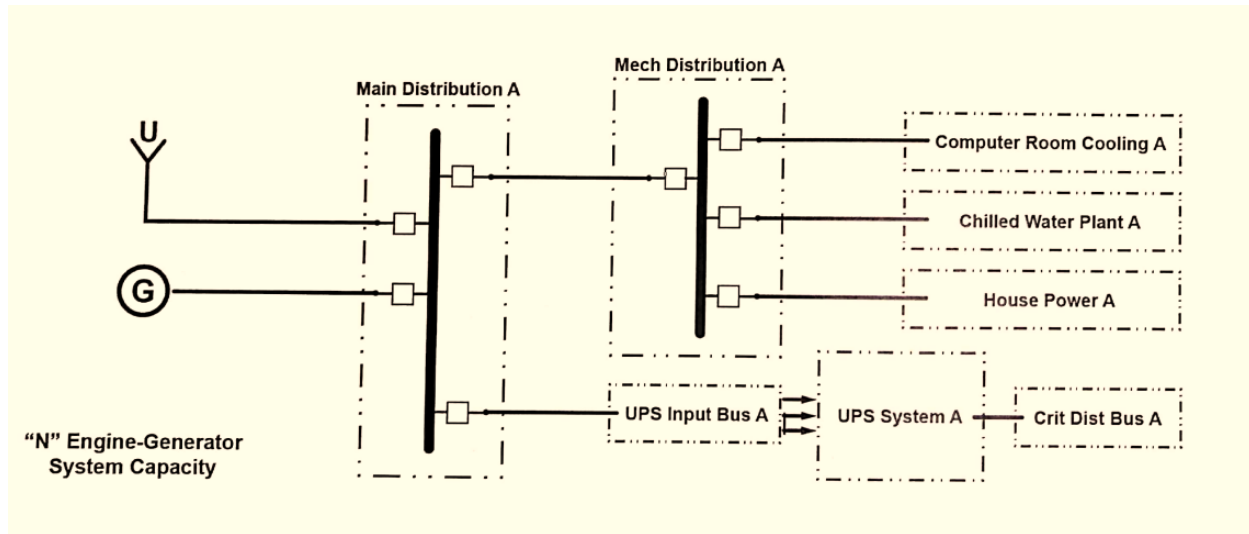
- N= 3 UPS modules
- Single path
- Adds redundant UPS module

Tier II Redundant Components

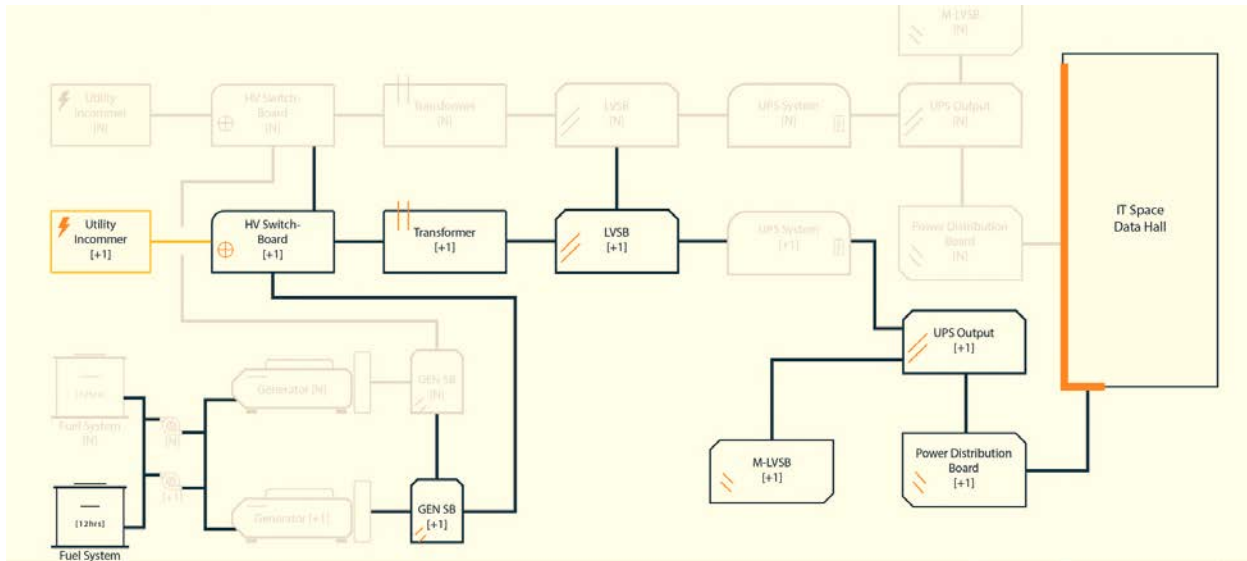
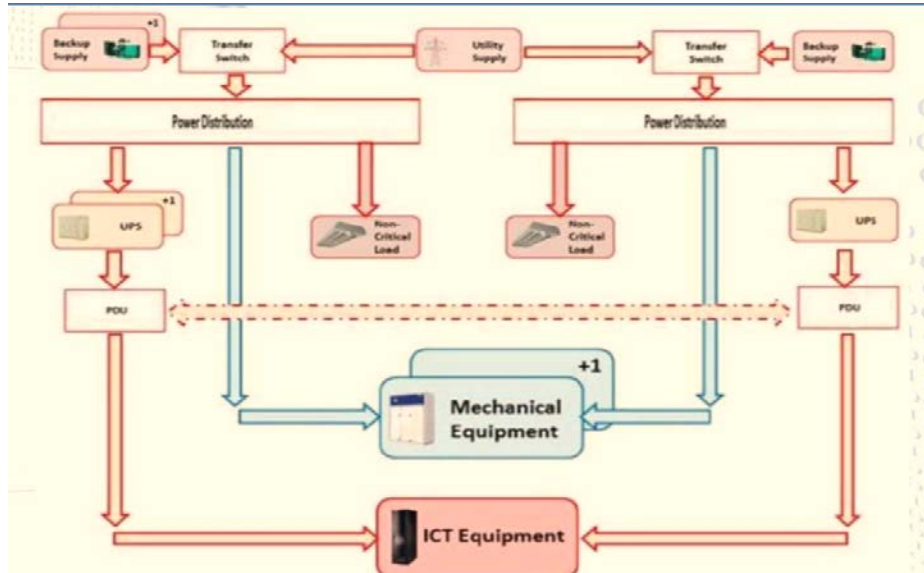
N = 2 UPS modules
Single path
Adds redundant UPS module



Function	Tier II
Active Capacity Components to Support the IT Load	N+1
Distribution Paths	1
Concurrently Maintainable	No
Fault Tolerance	No
Compartmentalization	No
Continuous Cooling	No



Concurrently Maintainable

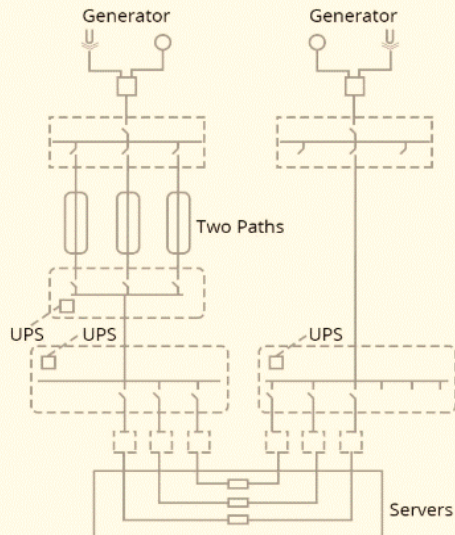


Tier III Concurrently Maintainable

N = 2 UPS modules

Adds second critical distribution path

Adds means to maintain UPS system



Function

Active Capacity Components to Support the IT Load

Distribution Paths

Concurrently Maintainable

Fault Tolerance

Compartmentalization

Continuous Cooling

Tier III

N+1

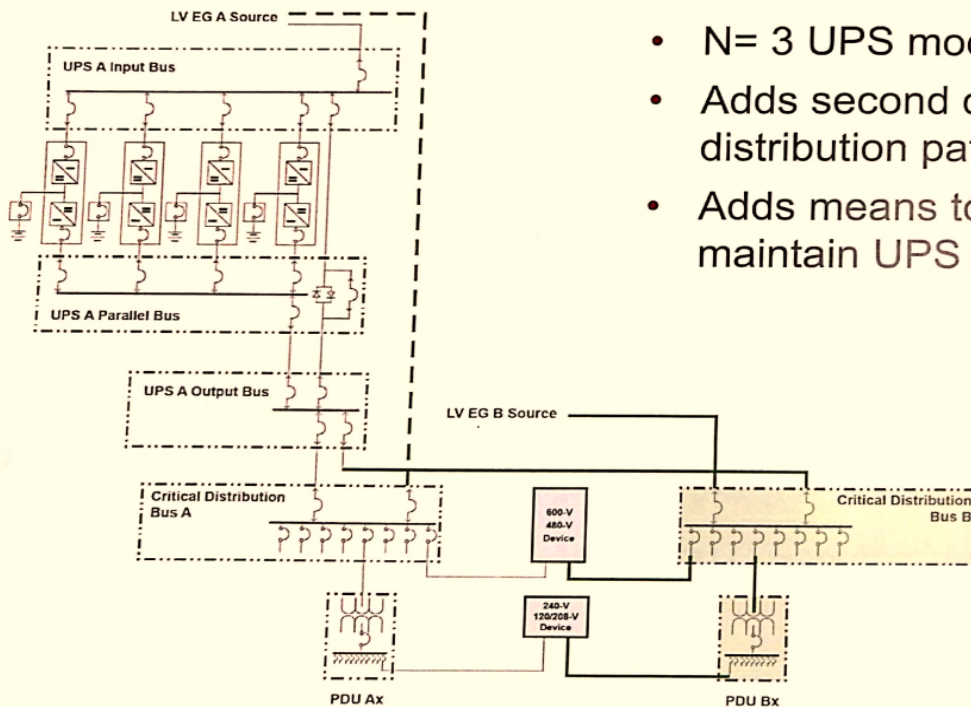
1 Active & 1 Alternate

Yes

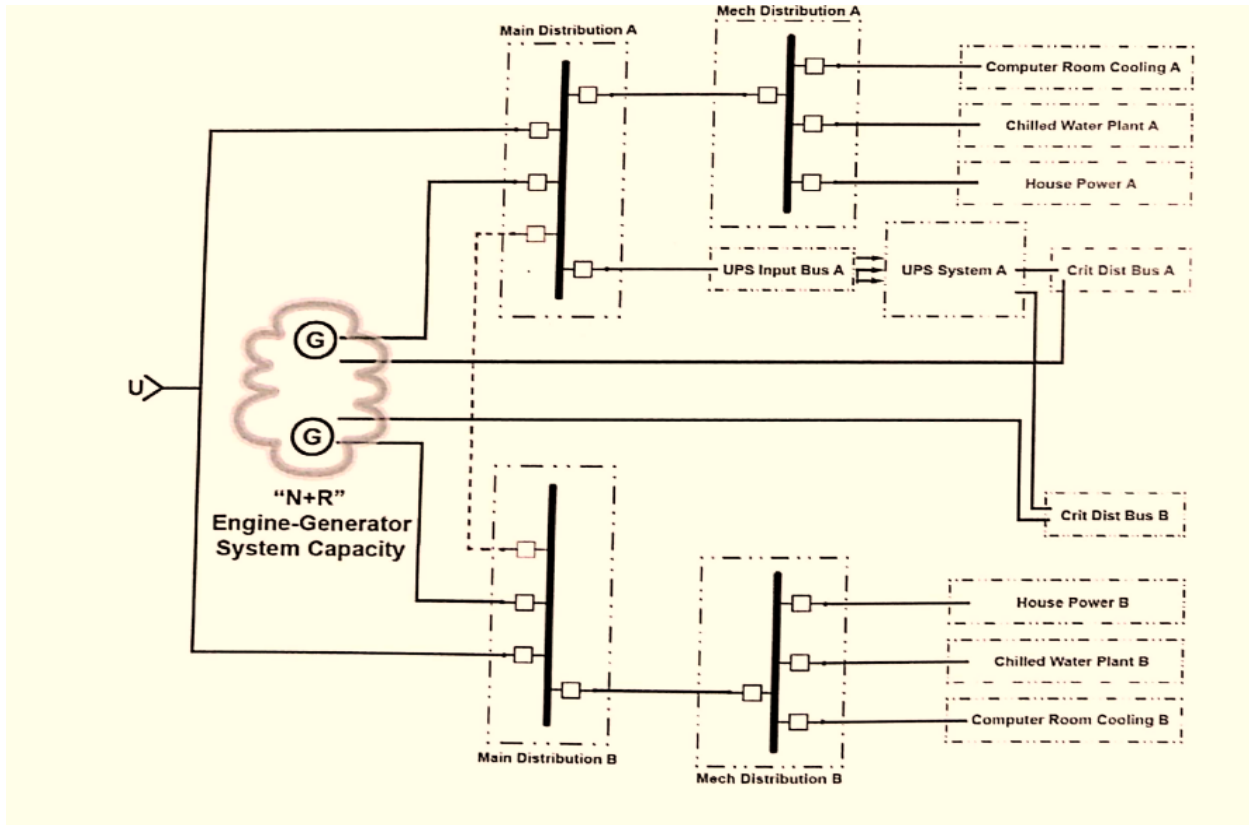
No

No

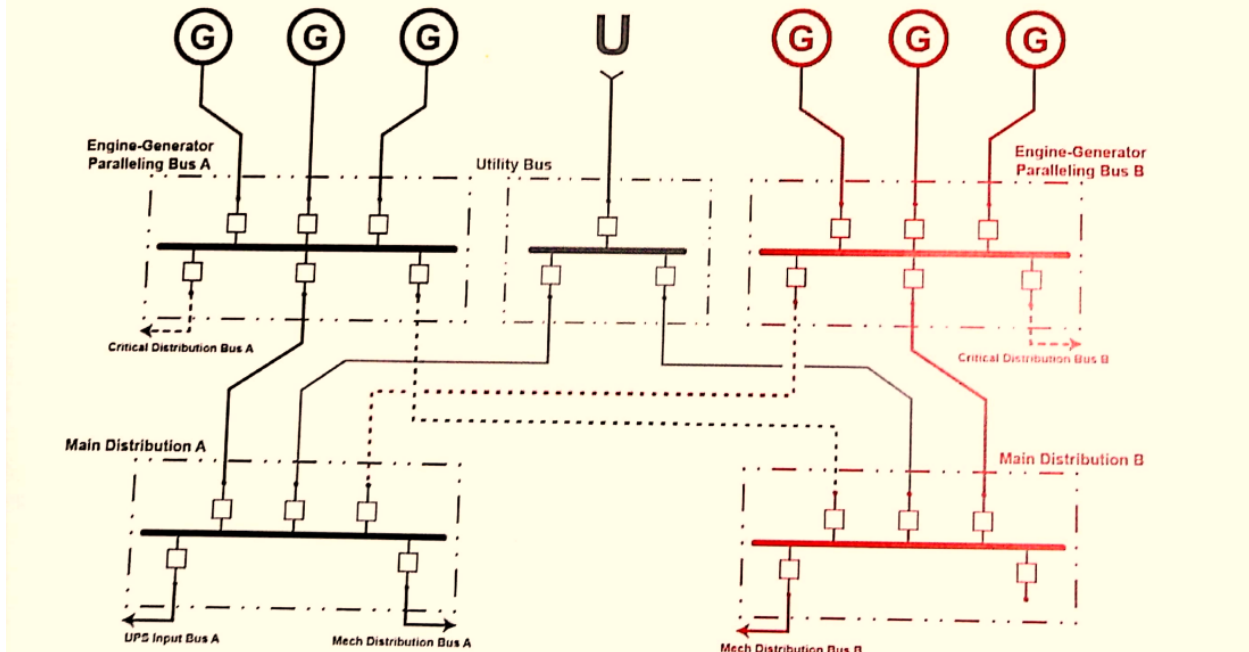
No



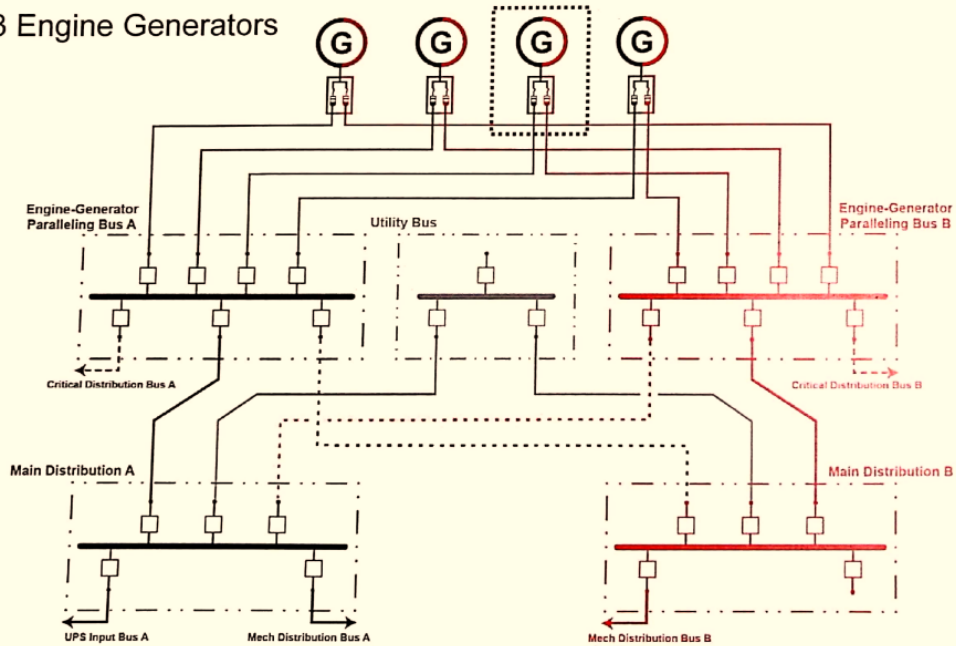
- N= 3 UPS modules
- Adds second critical distribution path
- Adds means to maintain UPS system



N= 3 Engine Generators

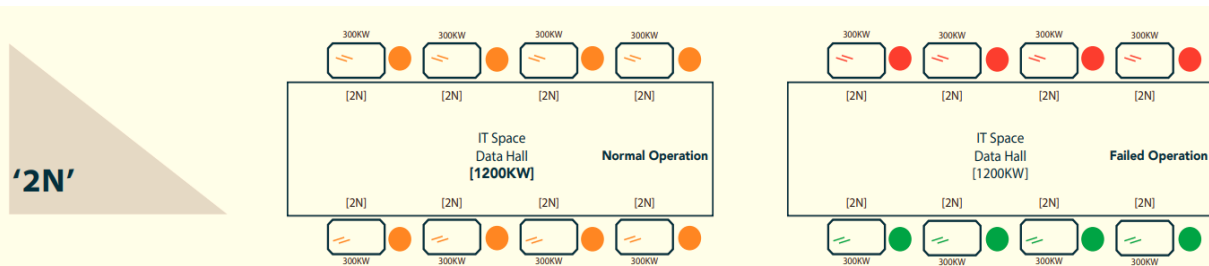


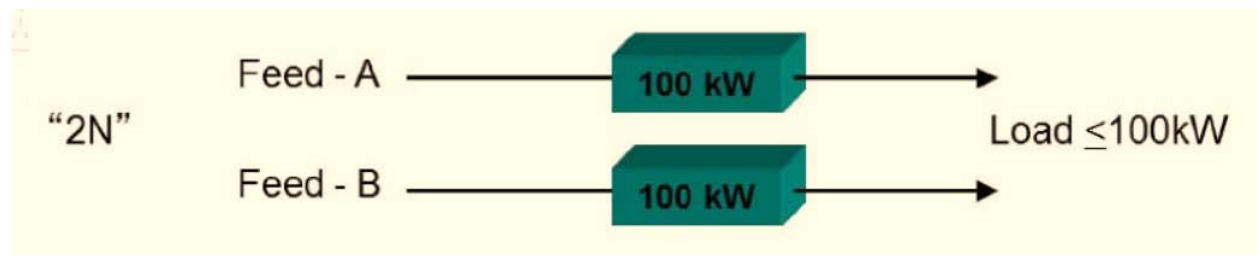
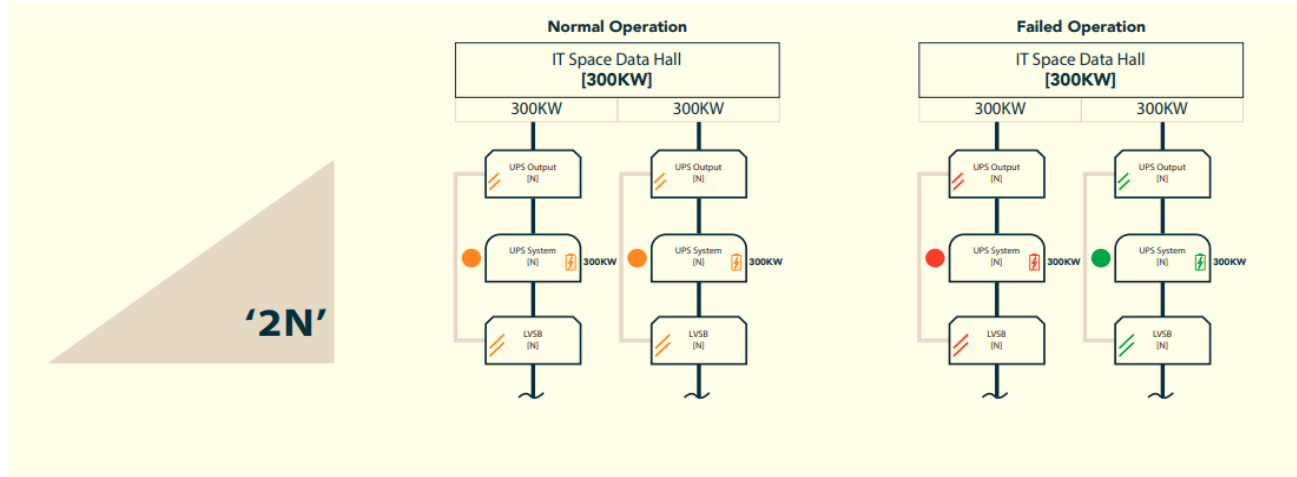
N= 3 Engine Generators



2N

استخدامه يعني وجود عنصرين متوازيين آخرين لكل نظام في هذه الحالة، سيتم توزيع الحمل بالتساوي بين المكونات، ولن يتم تحميل أي عنصر بشكل زائد في هذه الحالة، حتى لو فشل أحد عناصر النظام تمامًا، فسيظل العنصر الآخر يعمل.



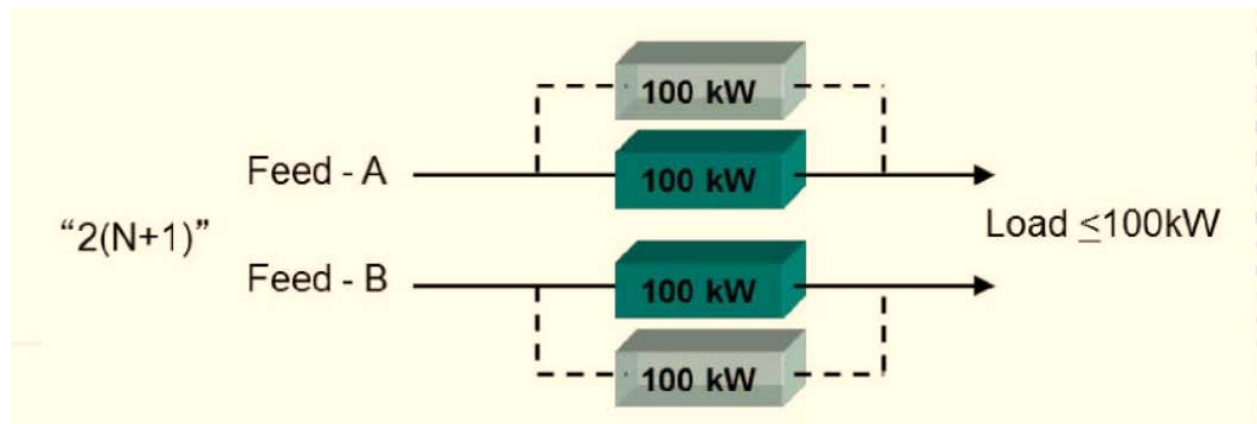


2N+1

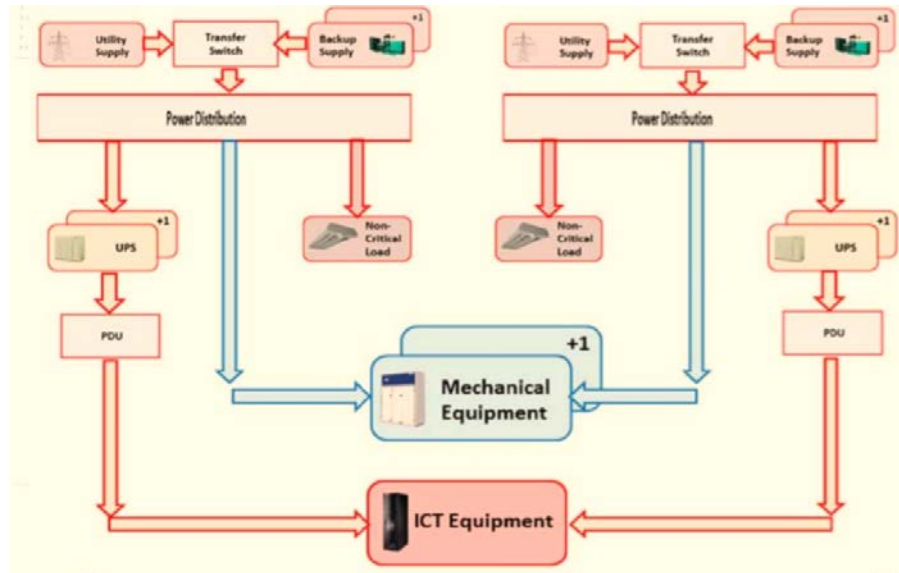
المخطط مطابق لـ 2N، ولكن تم إنشاؤه باستخدام عنصر إضافي واحد يتيح هذا الخيار إجراء الإصلاحات دون إيقاف النظام.

2(N+1)

الفرق عن المخطط السابق هو أنه يتم تكرار عنصر إضافي هنا

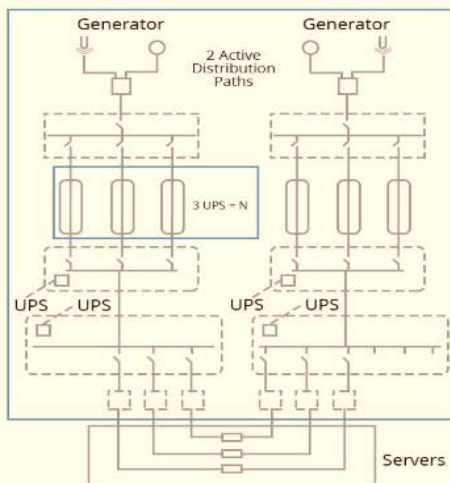


Fault Tolerant



Tier IV Fault Tolerant

N = 3 UPS modules
Dual path



Function

Active Capacity Components
toSupport the IT Load

Distribution Paths

Concurrently Maintainable

Fault Tolerance

Compartmentalization

Continuous Cooling

Tier IV

N
After any Failure

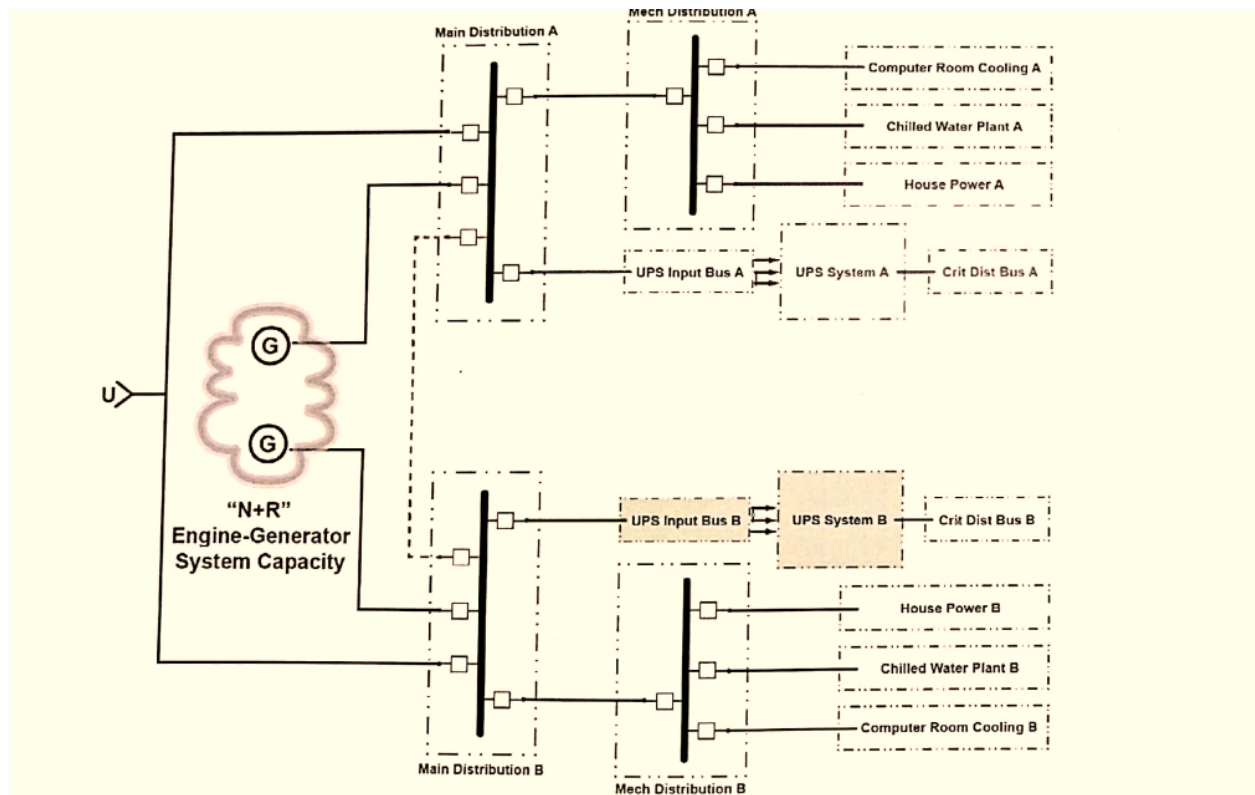
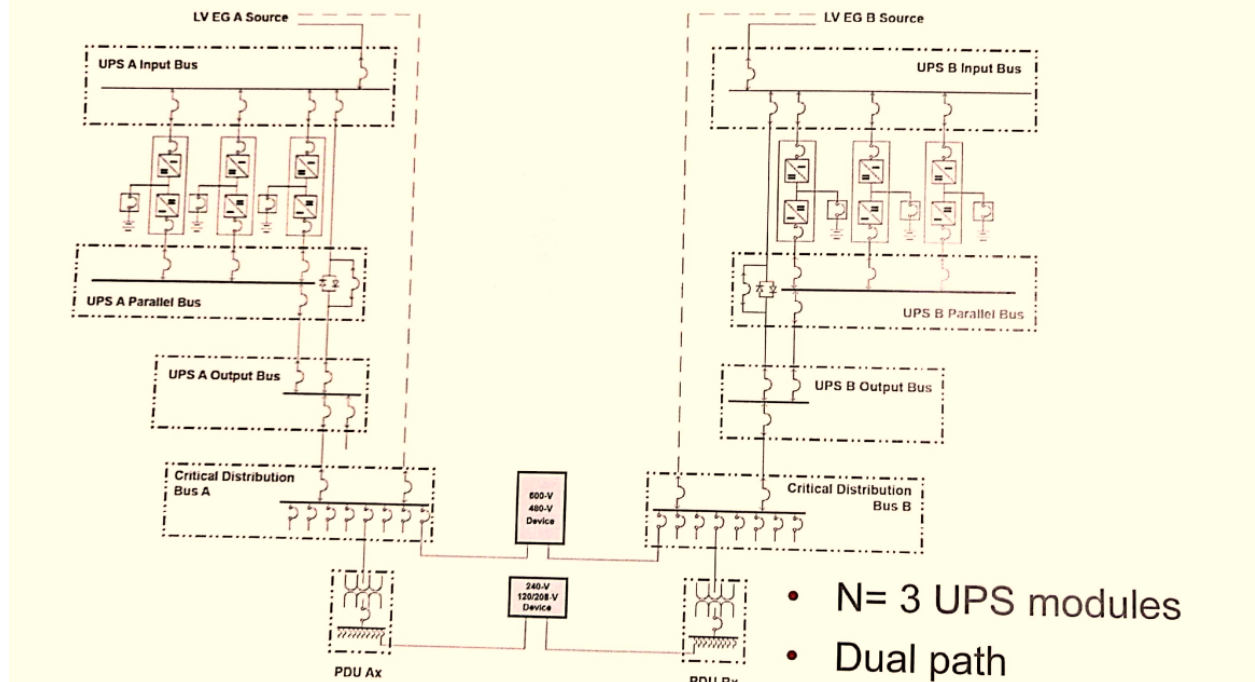
2 Simultaneously
Active

Yes

Yes

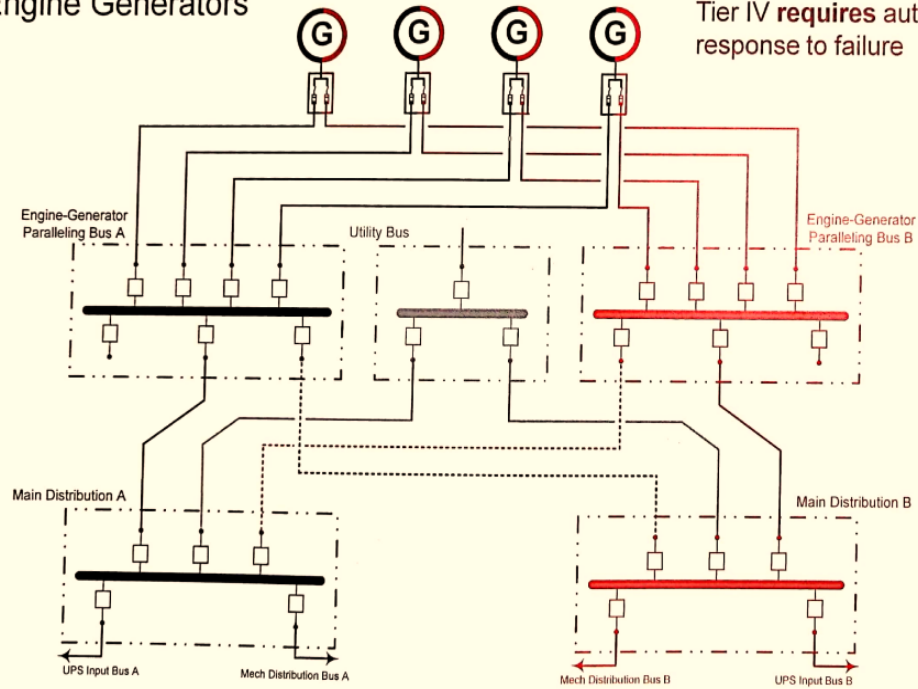
Yes

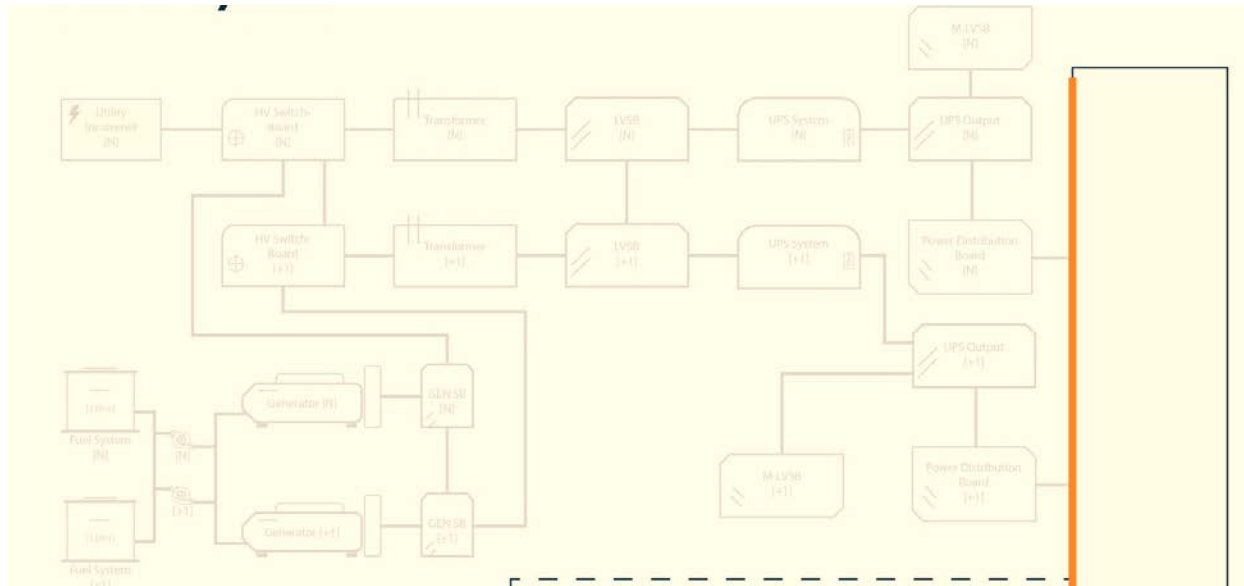
Yes



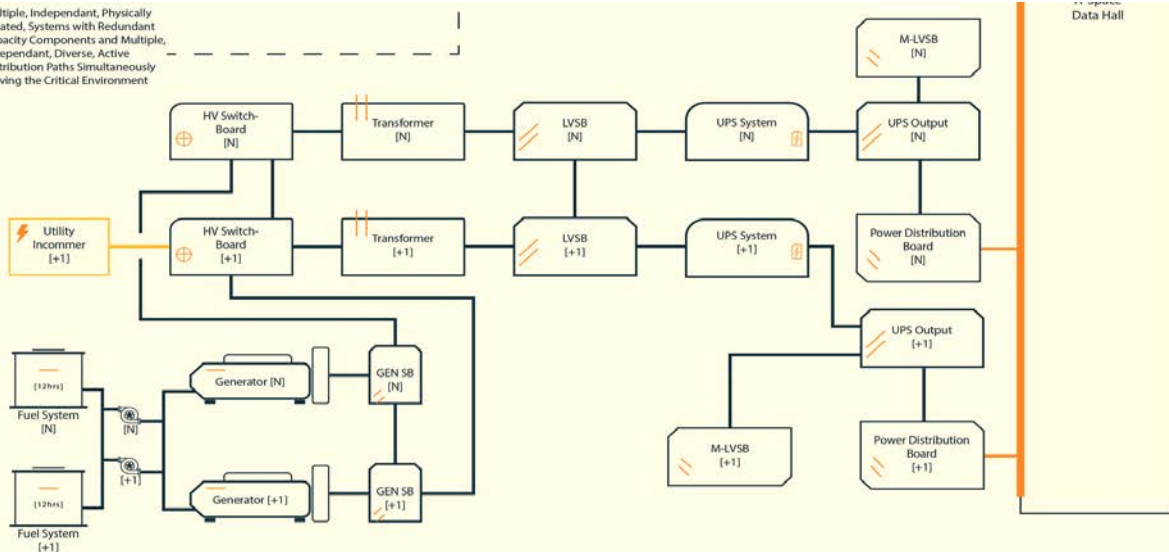
N= 3 Engine Generators

Tier IV **requires** autonomous response to failure





Multiple, Independent, Physically Isolated, Systems with Redundant Capacity Components and Multiple, Independent, Diverse, Active Distribution Paths Simultaneously Serving the Critical Environment



تأريض غرف الداتا سنتر

الغرض من التأريض

لن نتعمق في التأريض من حيث أنواعه وطرقه فهذا الباب يحتاج إلى مجلدات ولكن سوف نعطي لمحة عن تأريض غرف مراكز البيانات

نظام التأريض ليس مجرد بوليصة تأمين ضد الصاعقة إنه نظام نشط وفعال يوفر الحماية للأفراد والمعدات ويعد التأريض المناسب أمرًا ضروريًا لأداء الشبكة بكفاءة.

الغرض من نظام التأريض هو إنشاء مسار ذو مقاومة منخفضة إلى الأرض من أجل الزيادات الكهربائية والفولتية العابرة. البرق، تيارات الأعطال، تبديل الدائرة (تشغيل وإيقاف المحركات)، والتفريغ الكهروستاتيكي هي الأسباب الشائعة لهذه الزيادات المفاجئة والفولتية العابرة. يعمل نظام التأريض الفعال على تقليل الآثار الضارة لهذه الزيادات الكهربائية.

إن نظام التأريض المصمم بشكل صحيح هو نظام يمكن التحقق منه بصريًا، وذو حجم مناسب للتعامل مع التيارات المتوقعة بأمان، ونظام يوجه هذه التيارات التي يحتمل أن تكون ضارة بعيدًا عن معدات الاتصالات الحساسة و يجب ربط أي مكون معدني يمثل جزءًا من البنية التحتية لمركز البيانات (مثل المعدات، والأرفف، وكابينات الداتا سنتر و السلاسل، واللوحات الكهربائية ، وحوامل الكابلات، وما إلى ذلك) بنظام التأريض.

ما هي آثار التأريض غير السليم؟

إنخفاض الكفاءة

- يتم إدخال ضوضاء كهربائية على كابلات البيانات عندما لا يتم تبديد الزيادات المفاجئة بشكل صحيح بواسطة نظام التأريض
- إشارات البيانات الخاطئة مما يقلل من الإنتاجية والكفاءة الإجمالية للشبكة.

موثوقية أقل

يؤدي التأريض غير السليم لأنظمة الاتصالات إلى خسارة 500 مليون دولار سنويًا

الأضرار التي لحقت بالملكات و المعدات بسبب البرق

ينص مجلس صناعة تكنولوجيا المعلومات على أن التأريض هو العامل الأكثر أهمية في الشبكة الموثوقة

أداء المعدات

أكثر من 90% من المشاكل في معدات اتصالات البيانات، بما في ذلك إعادة التشغيل والقفل وتلف البيانات، هي كذلك

مشاكل مع التأريض

يقدر خبراء الصناعة أن ما بين 27% إلى 33% من المعدات التالفة في منشأة المستخدم يكون سببها التفريغ الكهروستاتيكي.

تعتبر تكلفة إصلاح المعدات التالفة كبيرة بالنسبة للوحات الدوائر المعقدة، خاصة عند العمل والتوقف عن العمل

وفقاً لـ IEEE ، فإن التأريض النموذجي للشق الثالث للتيار المتردد لا يكفي أبداً لمنع تلف معدات الشبكة .

مخاطر السلامة

يمكن أن تتسبب الإصابة الشخصية الناجمة عن الصدمة الكهربائية الناجمة عن التأريض غير السليم في معاناة إنسانية لا حصر لها

نفقات كبيرة

توجد مخاطر نشوب حريق محتملة عندما تتولد الحرارة من الاندفاعات الكهربائية التي تجد مساراً عالي لمقاومة الأرض

تحديد التأريض المناسب لمراكز البيانات

يتم تحديد التأريض المناسب لمعدات مركز البيانات، والذي يُطلق عليه غالباً تأريض الشبكة أو البنية التحتية لتأريض مركز البيانات، بواسطة معيار البنية التحتية للاتصالات TIA/EIA-942 لمراكز البيانات، ويتجاوز متطلبات ال (NEC) لحماية المعدات و تحسين موثوقية النظام.

التأريض حسب الطبقة لمراكز البيانات

اعتمد TIA-942 تعريف الطبقة المقدم من معهد Uptime (www.uptime.com).

المستوى الأول هو المستوى الأدنى، والذي يسمح بتوقف تكنولوجيا المعلومات بسبب الموقع لمدة 28.8 ساعة سنوياً. على النقيض من ذلك، فإن مراكز بيانات المستوى الرابع المستخدمة داخل المؤسسات المالية ومؤسسات استضافة الويب والرعاية الصحية وغيرها من الجهات التي تحتاج بشدة إلى وقت التشغيل الحرج، تتمتع بمعدلات توفر تبلغ 99.995%. يتطلب ذلك أن يتم تصميم مركز البيانات ليواجه فقط 0.4 ساعة من التوقف سنوياً - أقل من 5 ثوانٍ يومياً

يعد بناء مراكز البيانات لتلبية متطلبات المستوى عملية معقدة، تشمل الخبرة في مجموعة واسعة من التخصصات التقنية، بما في ذلك الهندسة المعمارية والبنية التحتية للكابلات والتصميم الكهربائي والتحكم البيئي والحماية من الحرائق. ولجعل هذه المهمة أكثر قابلية للإدارة، يوفر TIA-942 إرشادات التصميم للمساعدة في تلبية متطلبات وقت التشغيل لكل مستوى من مستويات الطبقة.

على سبيل المثال، عند تصميم مركز بيانات من المستوى الأول، تنص TIA-942 على أن "البنية الأساسية لتأريض مركز البيانات ليست مطلوبة، ولكنها قد تكون مرغوبة كوسيلة اقتصادية لتلبية متطلبات التأريض الخاصة بمصنعي المعدات."

في المستويين III وIV، يكون نظام التأريض للبنية التحتية لمركز البيانات مطلوبًا تمامًا.

يتمتع المقاولون بوضع مثالي لتوفير جزء كبير من نظام التأريض للشبكة، ويمكن لأولئك الذين يفهمون هذه المتطلبات تقديم خدمة ذات قيمة مضافة - لمساعدة العملاء على فهم وتنفيذ نظام التأريض الضروري لتحسين مركز البيانات الخاص بهم.

تصميم التأريض لشبكة مراكز البيانات

الهدفان من نظام التأريض هما معادلة الإمكانات الكهربائية وإنشاء مسار مقاومة منخفضة للأرض.

يتم استخدام خمسة مبادئ أساسية عند تصميم نظام التأريض لتحقيق هذه الأهداف:

1- يجب أن يكون نظام التأريض من الأساسيات المهمة عند التصميم

يجب التخطيط بعناية لتأريض الشبكة، تمامًا مثل أي نظام آخر منتشر في مركز البيانات نظرًا لأن نظام التأريض ليس أكثر موثوقية من أضعف حلقاته، فيمكن استخدام المكونات عالية الجودة فقط ويجب على المتخصصين المدربين إجراء جميع التوصيلات.

2- يجب أن يكون نظام التأريض قابلاً للتحقق بصرياً

عند التنفيذ بشكل صحيح، يجب أن تكون قادرًا على فحص كل مكون من مكونات نظام التأريض بصريًا، بدءًا من المعدات وحتى الحامل أو الراك وشبكة الربط المشتركة (CBN) وحتى الأرضي. يمكن فحص مثل هذا النظام بحثًا عن التدهور ويمكن الوصول إليه أثناء النقل والإضافة والتغيير (MACs)، مما يضمن موثوقية النظام وقابلية التوسع على المدى الطويل.

3. يجب أن يكون حجم نظام التأريض مناسبًا.

يوفر TIA-942 إرشادات لكل مكون من مكونات نظام التأريض. يمكن أن يؤدي الاستخدام غير الصحيح للإرشادات إلى تقليل توفر الشبكة والتسبب في فشل مبكر للمعدات مما يساهم في زيادة تكاليف التشغيل.

4. يجب على نظام التأريض توجيه التيارات الضارة بعيدًا عن المعدات.

يتطلب نظام التأريض الذي يتوافق مع TIA-942 أن يرتبط كل حامل مباشرة بشبكة CBN، وبالتالي توجيه التيار بعيدًا عن الأجهزة الإلكترونية الحساسة. على سبيل المثال، من الأخطاء الشائعة ربط الرفوف Racks المتسلسل معًا. أثناء حدوث زيادة مفاجئة، يتم تنشيط الصف بأكمله من الرفوف المتسلسلة بالتيار الشارد، مما قد يؤدي إلى تلف إضافي في المعدات.

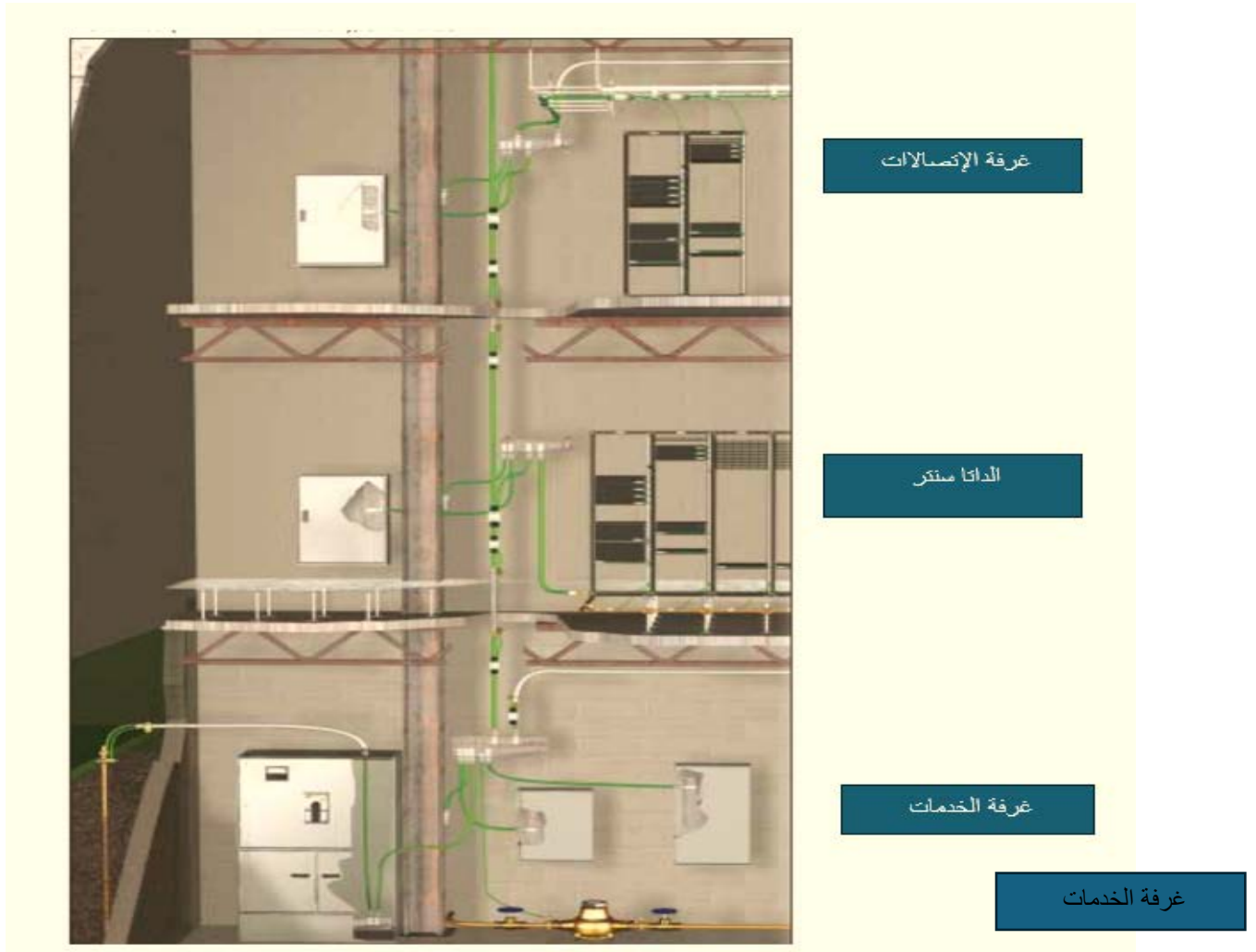
5. يجب ربط جميع المكونات المعدنية في مركز البيانات بنظام التأريض.

الهدف هو جعل جميع المواد الموصلة لها نفس electrical potential لتقليل تدفق التيار. يتدفق التيار عندما يكون هناك اختلاف في potential بين المكونات. إذا تدفق التيار عبر قطعة من المعدات، فقد يحدث تلف. يجب ربط المعدات، والأرفف، والخزائن، والسلالم، وحوامل الكابلات بنظام التأريض).

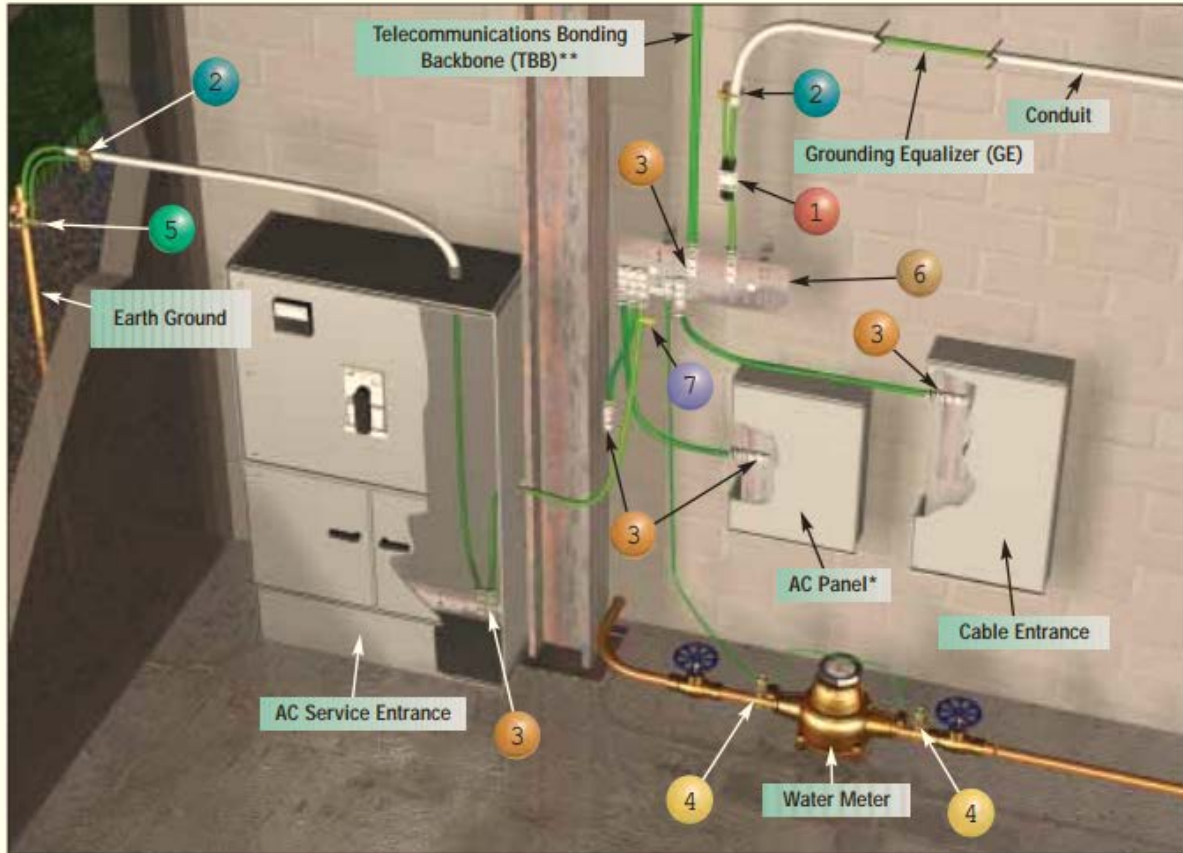
يقدم قسم التأريض في TIA-942 إرشادات تفي بالمبادئ الأساسية وتضيف تفاصيل إضافية خاصة ببيئة مركز البيانات الحديثة. إحدى القضايا المهمة هي خلق الاستمرارية الكهربائية في جميع أنحاء الرفوف والخزائن. نظرًا لأن معظم الرفوف والخزائن مصنوعة من مكونات مطلية مثبتة معًا، فلا يوجد ضمان بوجود استمرارية كهربائية من مكون حامل إلى آخر. في مركز البيانات، تعد استمرارية الحامل والخزانة أمرًا مهمًا للسلامة؛ حماية التفريغ الكهروستاتيكي (ESD)؛ والتأريض الصحيح للمفاتيح switches والخوادم وغيرهما

الطرق المختلفة لنظام STRUCTURED GROUND™ لتأريض مركز البيانات

Common Bonding Network (CBN)



أولا :- تأريض غرفة الخدمات



1 Copper Compression HTAP and Clear Cover: HTWC (see page 19)



5 Bronze, Grounding Rod Clamp: WB (see page 23) connected by a cable to 2 (U-Bolt Grounding Clamp)



2 Bronze, U-Bolt Grounding Clamp: GPL (see page 22) connected by a cable to 1 (HTAP)



6 Telecommunications Main Grounding Busbar (TMGB) and Busbar Label (see page 15)



3 Copper Compression, Two-Hole, Long Barrel with Window Lug: LCC-W (see pages 16-17)



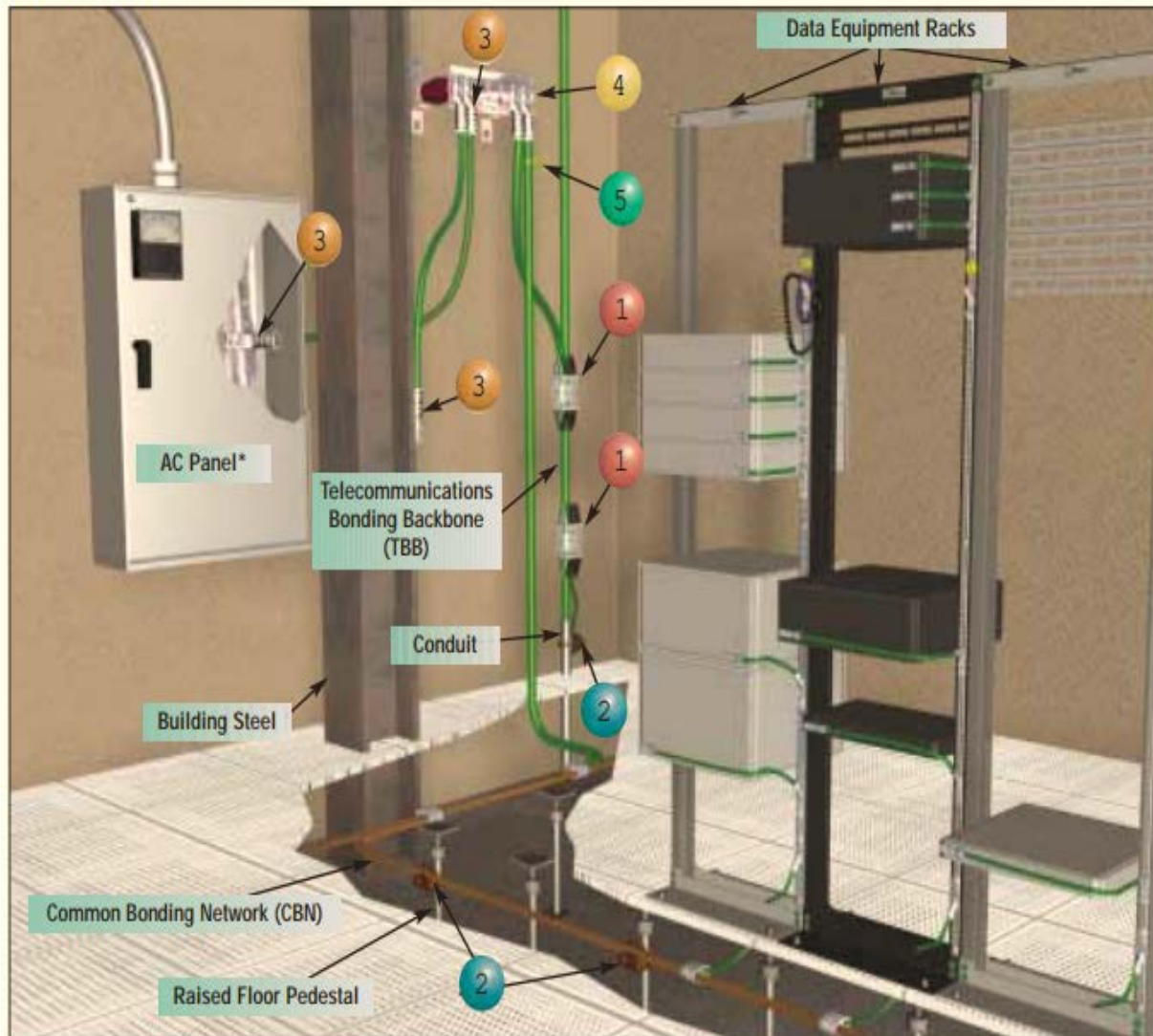
7 Telecommunications Grounding and Bonding Conductor Label Kit: LTYK (see page 15)










4 Bronze, Water Pipe Grounding Clamp: KP (see page 23)



Back of Racks Shown

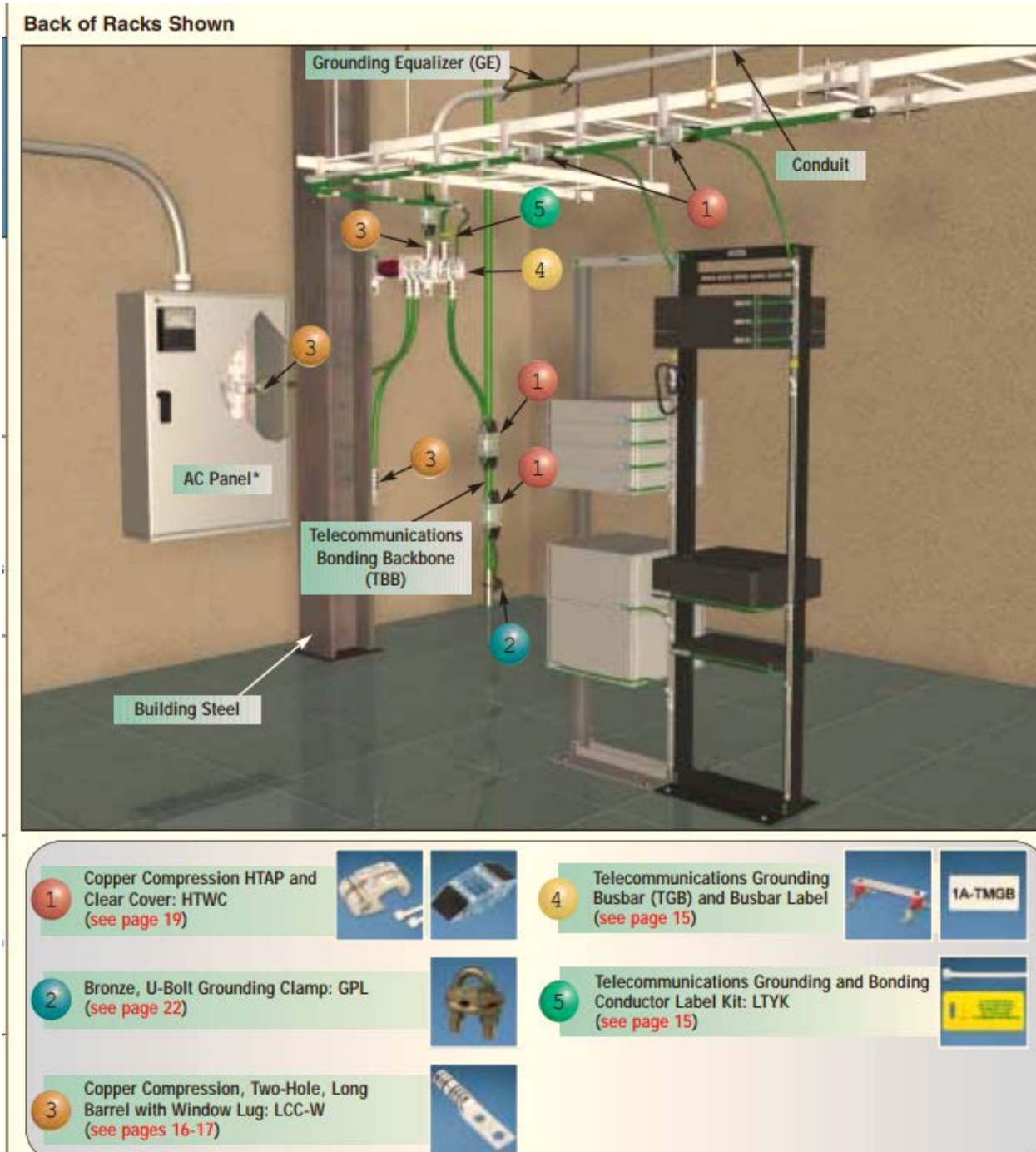


<p>1 Copper Compression HTAP and Clear Cover: HTWC (see page 19)</p>	 	<p>4 Telecommunications Grounding Busbar (TGB) and Busbar Label (see page 15)</p>	 
<p>2 Bronze, U-Bolt Grounding Clamp: GPL (see page 22)</p>		<p>5 Telecommunications Grounding and Bonding Conductor Label Kit: LTYK (see page 15)</p>	
<p>3 Copper Compression, Two-Hole, Long Barrel with Window Lug: LCC-W (see pages 16-17)</p>			

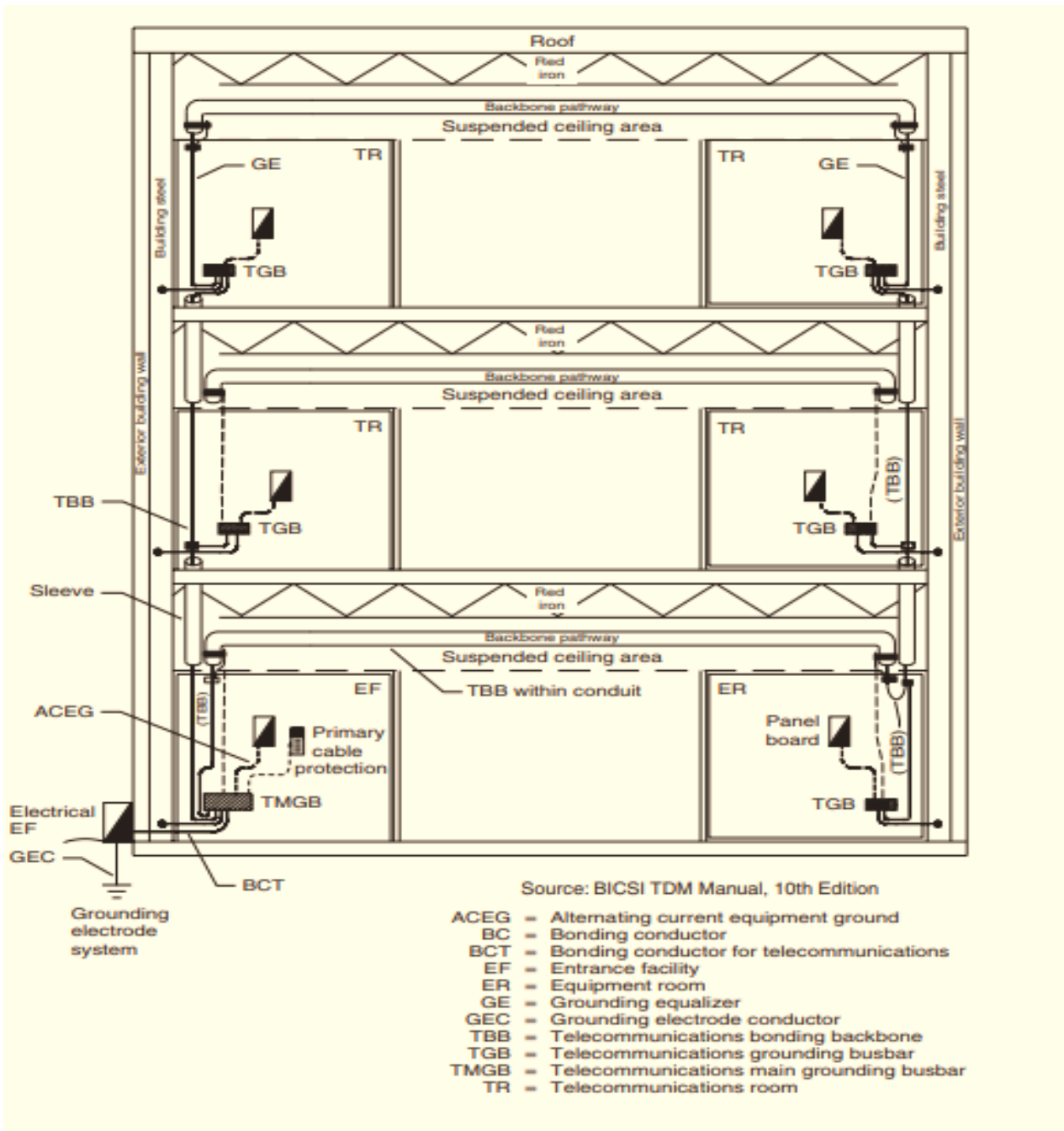


2- التأريض لغرفة الإتصالات

Telecommunications Room Grounding Roadmap



Specification Layout for Data Center Grounding per BICSI TDM Manual, 10th Edition



Recommended Sizing of the Telecommunications Bonding Backbone (TBB) and Grounding Equalizer (GE) per J-STD-607-A

Sizing of the TBB	
TBB Length linear M (ft)	TBB Size (AWG)
less than 4 (13)	6
4 – 6 (14 – 20)	4
6 – 8 (21 – 26)	3
8 – 10 (27 – 33)	2
10 – 13 (34 – 41)	1
13 – 16 (42 – 52)	1/0
16 – 20 (53 – 66)	2/0
greater than 20 (66)	3/0*

*3/0 may not always be available. 4/0 is a more common size that may be substituted.

Recommended Cable Sizes for Grounding Applications

Purpose	Use the Following Code Cables
Other connections to the TGB and TMGB, including building steel, main water pipe, etc.	#6 AWG, green insulated
Underfloor CBN	#2 AWG, bare
Connections to Underfloor CBN from pipes, ventilation ducts, etc.	#6 AWG, bare
Connection from Underfloor CBN to TGB	2/0 AWG, bare

Figure 5 – Example of a three-dimensional earthing system consisting of the bonding network interconnected with the earth-termination system



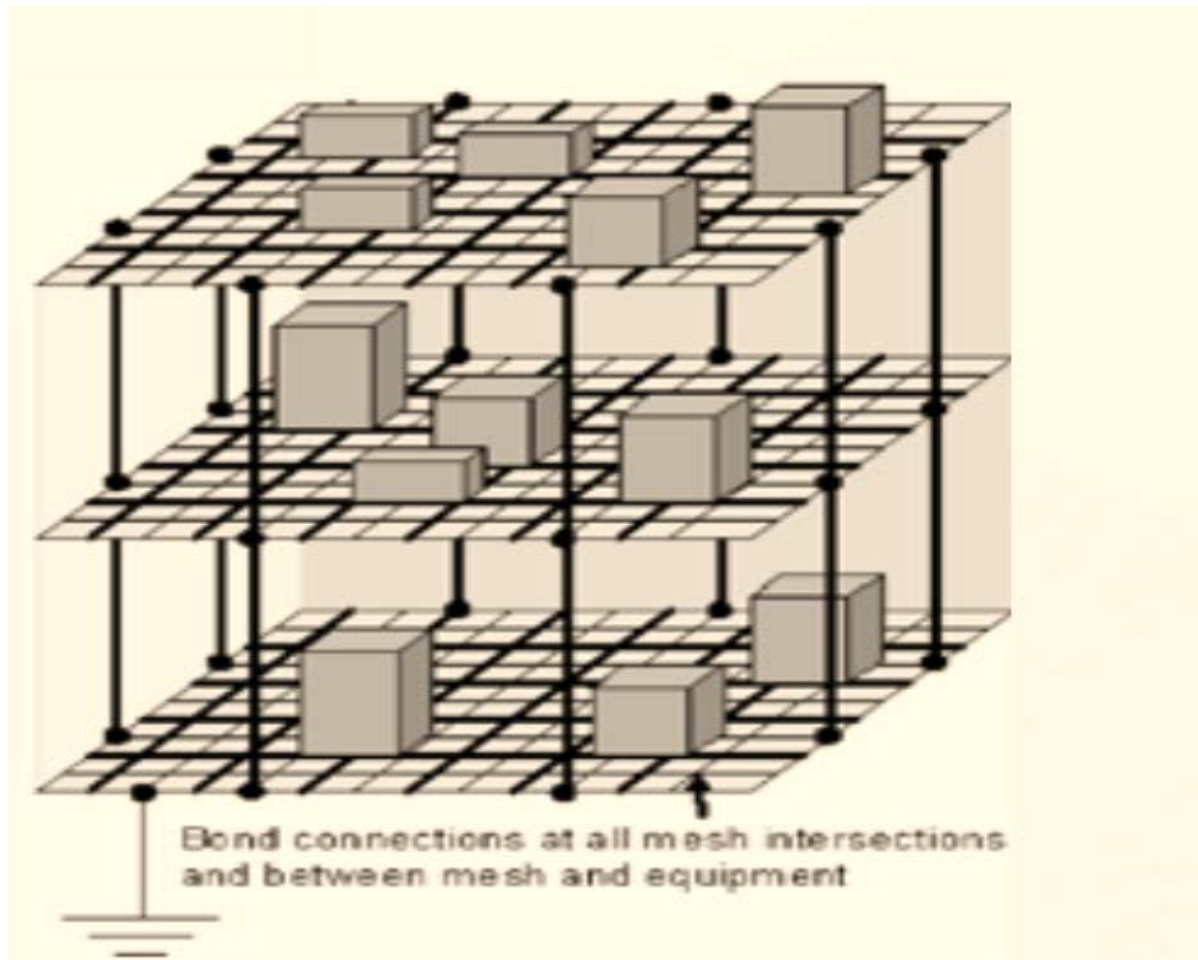
Equipment installation class (lightning impulse voltage)			
8 kV	4 kV	2.5 kV	1.5 kV
Earthing system			
TT	IT	TN	
Scale of the installation (number of loops)			
very large (site)	large (block of flats)	small (house)	
Geometric separation of circuits			
not separate (coupling)	separate	shielded (not much coupling)	
Separation of the power supply for sensitive circuits			
same power supply	separate power supply	separate source	
Level of equipotentiality			
0 protective conductors	1 earthing conductors	2 equipotential links	3 meshing of blocks
			4 total meshing

Protection against the effects of lightning: structure and setup of the installation according IEC 62305-4. See Legrand Power Guide Book 07
Protection against lightning effects (Legrand, 2009) for background reading.

أنواع تأريض شبكات مراكز البيانات كالتالى :-

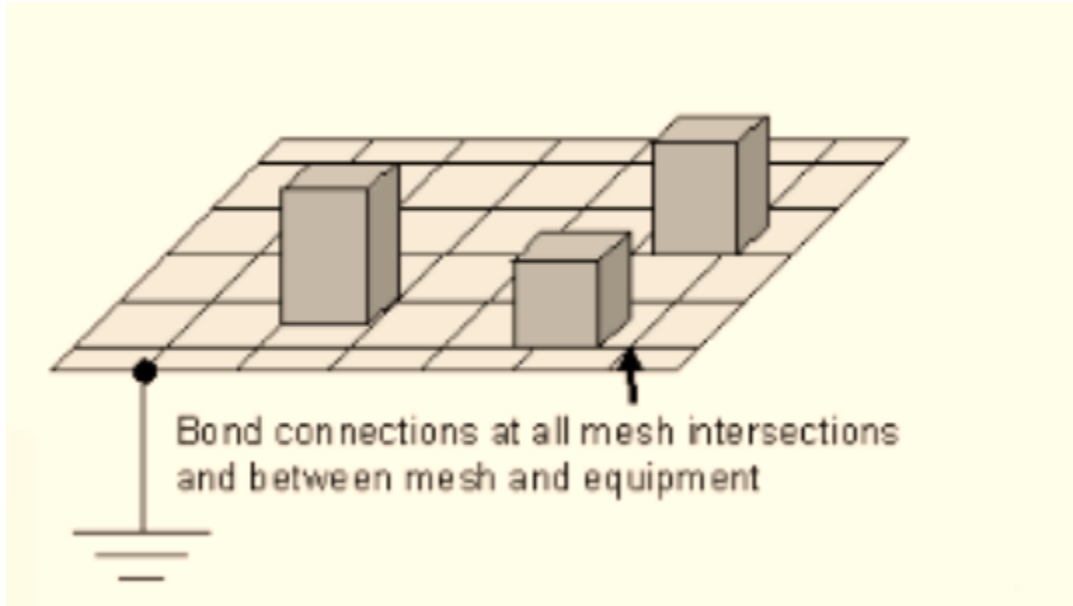
النوع الأول :- MESH-BN

a) MESH Bonding network (MESH-BN) - The Generic bonding network with a fine maze of bonding conductors,



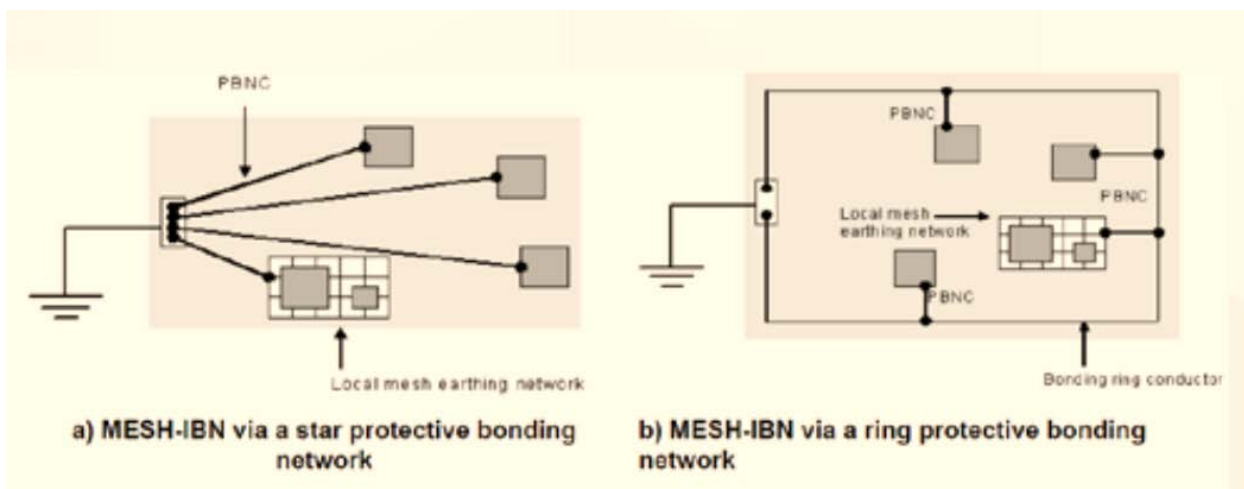
النوع الثاني :- MESH-IBN

b) MESH-IBN MESH Isolated Bonding Network - Only the single point of bonding of the mesh is connected with the protective bonding,

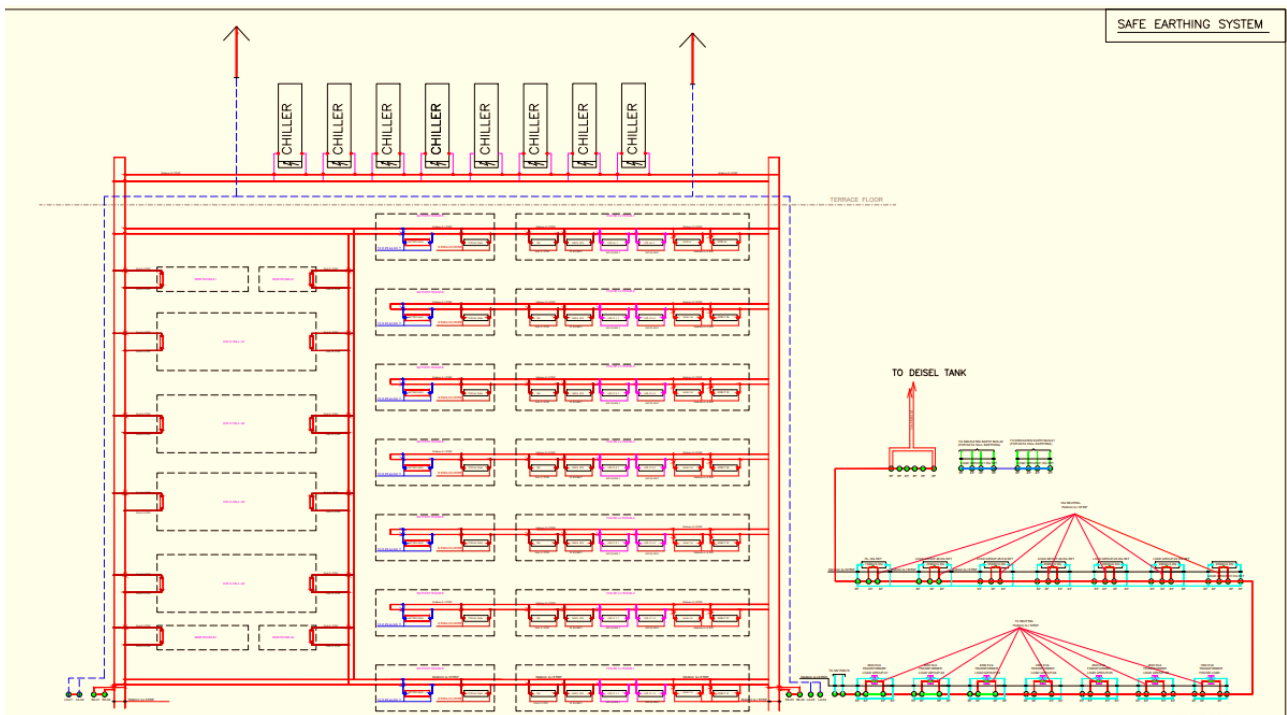
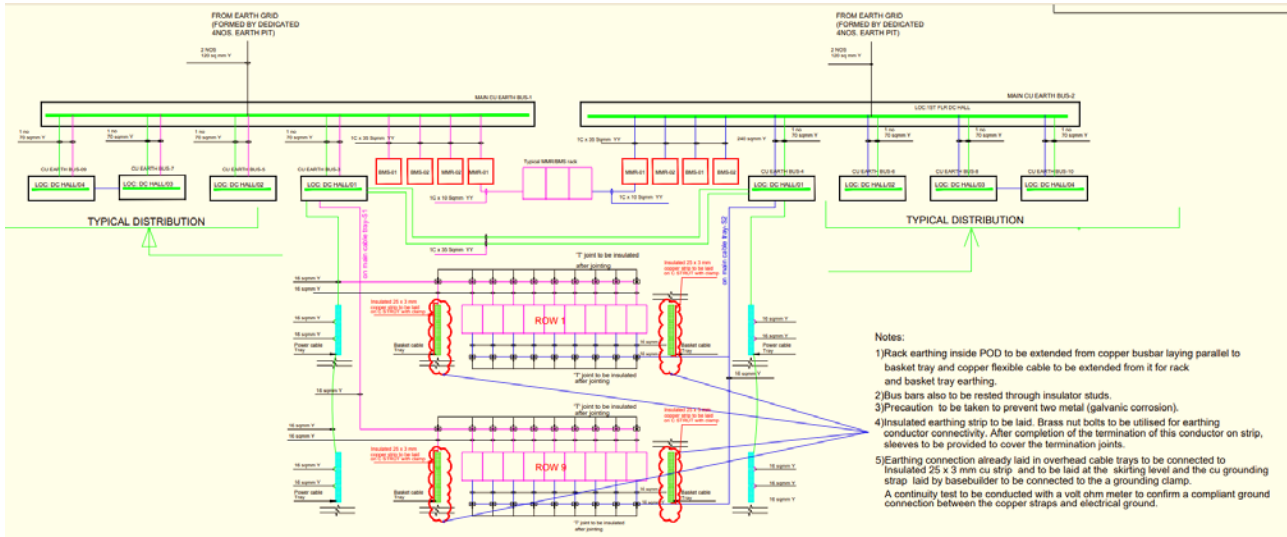


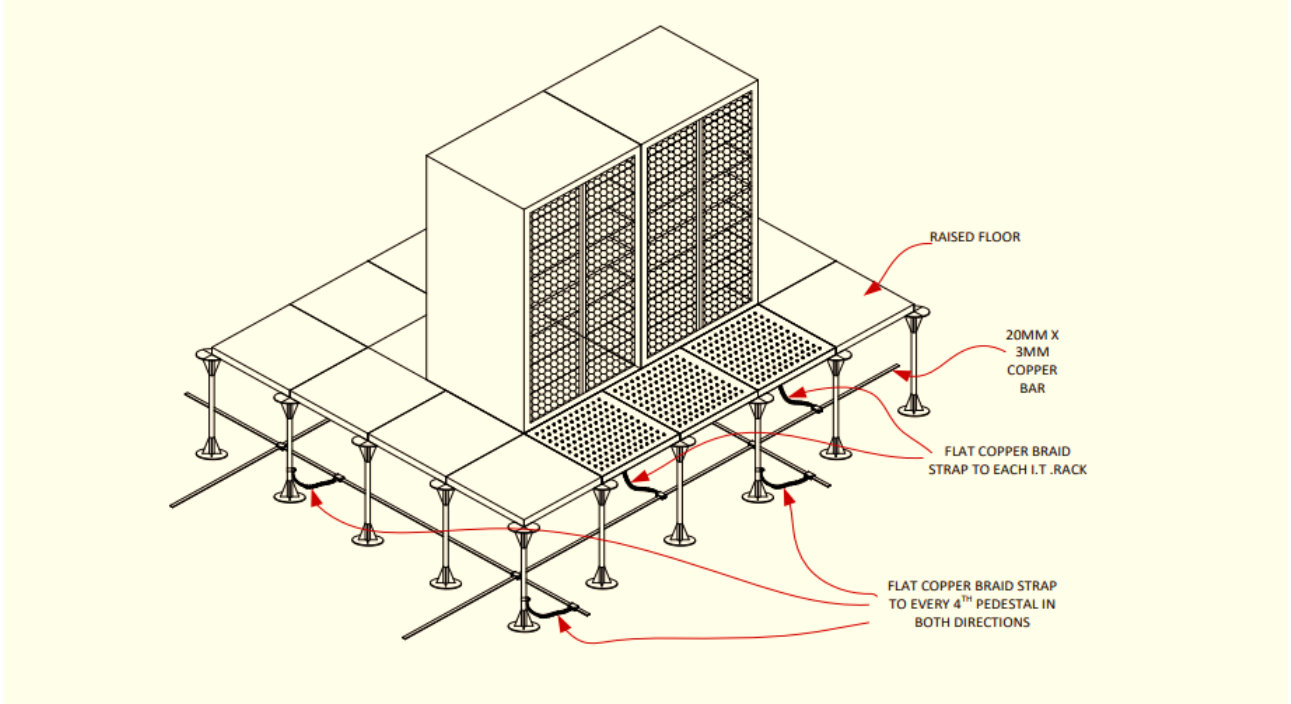
النوع الثالث :- STAR-IBN

c) Star IBN - an IBN deployed into a star network instead of a mesh network.



أمثلة عن تأريض مراكز البيانات





يوضح الشكل السابق طريقة تثبيت التأريض الذي يجب أن يتبعه المقاول لمركز البيانات أن يتم تركيب الشريط المجدول النحاسي المسطح flat copper braid strap على كل اثنين قاعدة وليست كل اربعة قواعد كما هو موضح في الرسم أعلاه. بافتراض تركيب 600 مم للأرضية المرتفعة RF، يجب أن يتم تثبيت شبكة مربعة من القضبان النحاسية copper bars بمقاس 1200 ملم من قبل المقاول أسفل أرضية قاعة البيانات المرتفعة على البلاطة الخرسانية

هذه الشبكة لها multiple connections لنظام الربط الأرضي ويجب أن تكون الأرضية المرتفعة لقاعة البيانات من النوع المضاد للكهرباء الساكنة مع وصلة تأريض للركائز الأرضية التي يجب أن تكون متصلة بالشبكة الموجودة أسفل الأرضية المرتفعة RF

يجب أن تحتوي كل خزانة تكنولوجيا المعلومات على flat earth braid strap من الشبكة الأرضية الموجودة أسفل الأرضية المرتفعة إلى شبكة التأريض .

حسابات كابل التأريض لأحد المشاريع للداتا سنتر

Earth Bar	Board/Panel	I1p (based on cpc)	t	k	Bonding Conductor CSA		OR	CPC	Bonding Conductor CSA (half of CPC) based on BS7671 - 544.2	Use
					Minimum	Size				
MEB-A1	MDB-A1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		300 mm²	150 mm²	240 mm²
	IT UPS A1-1 (TYPICAL TO IT UPS A1-2)	22.10 kA	0.23 sec	115	92 mm²	95 mm²		240 mm²	120 mm²	120 mm²
	MECH UPS O/P-A1	19.60 kA	1.00 sec	115	170 mm²	185 mm²		120 mm²	70 mm²	185 mm²
	MRDB DH-A1	7.80 kA	1.00 sec	115	68 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	EB-DH1-MR-A	5.80 kA	0.01 sec	115	5 mm²	10 mm²		35 mm²	25 mm²	25 mm²
	EB-DH1-BR-A	2.70 kA	0.21 sec	115	11 mm²	16 mm²		120 mm²	70 mm²	70 mm²
	EB-DH1-GEN-A	24.16 kA	1.00 sec	115	210 mm²	240 mm²		5,000 busbar	-	240 mm²
	EB-MV-A1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
EB-DH1-BR-A	EB-DH1A	5.70 kA	1.00 sec	115	50 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	BATT. IT-UPS-A1-1									50 mm²
	BATT. IT-UPS-A1-2									50 mm²
EB-DH1-MR-A										
	CRAH-DC1-GF01	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-GF04	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-GF07	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
EB-DH1-GEN-A	GEN-A1									
	GEN AUX DB A1	24.16 kA	1.00 sec	115	210 mm²	240 mm²		5,000 busbar	-	240 mm²
		2.20 kA	1.00 sec	115	19 mm²	25 mm²		16 mm²	10 mm²	25 mm²
EB-MV-A1										
	TX-A1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
	RMU-A1	25.00 kA	1.00 sec	115	217 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
EB-DH1A	EF-DC1-GF01	0.30 kA	0.06 sec	115	1 mm²	3 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	EB-DH1-IDF-1A1	5.70 kA	1.00 sec	115	50 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	EB-DH1-IDF-1A2	4.10 kA	1.00 sec	115	36 mm²	50 mm²		95 mm²	50 mm²	50 mm²
	TYPICAL IT RACKS (IT ROW A TO H)									70 mm²
EB-DH1-IDF-1A1	ICT CABLE BASKET									16 mm²
EB-DH1-IDF-1A2	CRAH-DC1-1F01	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	IDF-1A-1 DB SA	3.80 kA	1.00 sec	115	33 mm²	35 mm²		35 mm²	25 mm²	35 mm²
	IDF-1A-1 DB SB	5.20 kA	1.00 sec	115	45 mm²	50 mm²		35 mm²	25 mm²	50 mm²
	CRAH-DC1-1F03	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-1F04	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
EB-DH1-IDF-1A2										
	CRAH-DC1-1F01	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	IDF-1A-2 DB SA	3.80 kA	1.00 sec	115	33 mm²	35 mm²		35 mm²	25 mm²	35 mm²
	IDF-1A-2 DB SB	5.20 kA	1.00 sec	115	45 mm²	50 mm²		35 mm²	25 mm²	50 mm²
	CRAH-DC1-1F03	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-1F04	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²

Earth Bar	Board/Panel	I1p (based on cpc)	t	k	Bonding Conductor CSA		OR	CPC	Bonding Conductor CSA (half of CPC) based on BS7671 - 544.2	Use
					Minimum	Size				
MEB-C1	MDB-C1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		300 mm²	150 mm²	240 mm²
	IT UPS C1-1 (TYPICAL TO IT UPS C1-2)	22.10 kA	0.23 sec	115	92 mm²	95 mm²		240 mm²	120 mm²	120 mm²
	MECH UPS O/P-C1	19.60 kA	1.00 sec	115	170 mm²	185 mm²		120 mm²	70 mm²	185 mm²
	MRDB DH-B1	7.80 kA	1.00 sec	115	68 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	EB-DH1-MR-C	5.80 kA	0.01 sec	115	5 mm²	10 mm²		35 mm²	25 mm²	25 mm²
	EB-DH1-BR-C	2.70 kA	0.21 sec	115	11 mm²	16 mm²		120 mm²	70 mm²	70 mm²
	EB-DH1-GEN-C	24.16 kA	1.00 sec	115	210 mm²	240 mm²		5,000 busbar	-	240 mm²
	EB-MV-C1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
	EB-DH1C	5.70 kA	1.00 sec	115	50 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
EB-DH1-BR-C	BATT IT-UPS-C1-1									50 mm²
	BATT IT-UPS-C1-2									50 mm²
EB-DH1-MR-C	CRAH-DC1-GF03	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-GF06	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-GF09	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
EB-DH1-GEN-C	GEN-B1	24.16 kA	1.00 sec	115	210 mm²	240 mm²		5,000 busbar	-	240 mm²
	GEN AUX DB B1	2.20 kA	1.00 sec	115	19 mm²	25 mm²		16 mm²	10 mm²	25 mm²
EB-MV-C1	TX-B1	27.30 kA	1.00 sec	115	237 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
	RMU-B1	25.00 kA	1.00 sec	115	217 mm²	240 mm²		240 mm²	120 mm²	240 mm²
	EF-DC1-GF02	0.30 kA	0.06 sec	115	1 mm²	3 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
EB-DH1C	EB-DH1-IDF-1B1	5.70 kA	1.00 sec	115	50 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	EB-DH1-IDF-1B2	4.10 kA	1.00 sec	115	36 mm²	50 mm²		95 mm²	50 mm²	50 mm²
	TYPICAL IT RACKS (IT ROW A TO H)									70 mm²
	ICT CABLE BASKET									16 mm²
EB-DH1-IDF-1C1	IDF-1B-1 DB SA	3.80 kA	1.00 sec	115	33 mm²	35 mm²		35 mm²	25 mm²	35 mm²
	IDF-1B-1 DB SB	5.20 kA	1.00 sec	115	45 mm²	50 mm²		35 mm²	25 mm²	50 mm²
	CRAH-DC1-1F02	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-1F03	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
EB-DH1-IDF-1C2	IDF-1B-2 DB SA	3.80 kA	1.00 sec	115	33 mm²	35 mm²		35 mm²	25 mm²	35 mm²
	IDF-1B-2 DB SB	5.20 kA	1.00 sec	115	45 mm²	50 mm²		35 mm²	25 mm²	50 mm²
	CRAH-DC1-1F02	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	CRAH-DC1-1F03	1.10 kA	0.06 sec	115	2 mm²	4 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²

Earth Bar	Board/Panel	I1p (based on cpc)	t	k	Bonding Conductor CSA		OR	CPC	Bonding Conductor CSA (half of CPC) based on BS7671 - 544.2	Use
					Minimum	Size				
EB-PR-LLB	MDB-LL-B	14.90 kA	1.00 sec	115	130 mm²	150 mm²		240 mm²	150 mm²	150 mm²
	IT-UPS-LLB-1	12.30 kA	0.03 sec	115	19 mm²	25 mm²		120 mm²	70 mm²	70 mm²
	IT-UPS-LLB-2	12.30 kA	0.03 sec	115	19 mm²	25 mm²		120 mm²	70 mm²	70 mm²
	MECH-UPS-LLB	10.20 kA	0.05 sec	115	20 mm²	25 mm²		70 mm²	35 mm²	35 mm²
	MECH-UPS-O/P-LL-B	8.40 kA	1.00 sec	115	73 mm²	95 mm²		70 mm²	35 mm²	95 mm²
	MRDB-LLB	7.40 kA	1.00 sec	115	64 mm²	70 mm²		35 mm²	25 mm²	70 mm²
	GF-UDB-NOC/SOC-B	0.70 kA	0.02 sec	115	1 mm²	3 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	SMDB-LLB-GF	11.10 kA	1.00 sec	115	97 mm²	150 mm²		120 mm²	70 mm²	150 mm²
EB-ME-LLB	CRAH-OFF-GF02	1.30 kA	0.06 sec	115	3 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	CRAH-OFF-GF03 (STANDBY)	1.30 kA	0.06 sec	115	3 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	CRAH-OFF-GF05 (STANDBY)	1.30 kA	0.06 sec	115	3 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	CRAH-OFF-GF07	1.30 kA	0.03 sec	115	2 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	CRAH-OFF-GF08 (STANDBY)	1.30 kA	0.03 sec	115	2 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
	CRAH-OFF-GF09	1.30 kA	0.03 sec	115	2 mm²	4 mm²		4 mm²	2 mm²	4 mm²
EB-BATT-LLB	GF-RDB-LL-B3	1.50 kA	0.02 sec	115	2 mm²	4 mm²		35 mm²	25 mm²	25 mm²
	GF-UDB-LL-B3	0.50 kA	3.90 sec	115	9 mm²	10 mm²		10 mm²	4 mm²	10 mm²
	GF-LDB-LL-B3	1.50 kA	0.02 sec	115	2 mm²	4 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-ELDB-LL-B3	0.50 kA	3.42 sec	115	8 mm²	10 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-UDB-BAS/EPMS-B1	1.40 kA	0.02 sec	115	2 mm²	4 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-UDB-BAS/EPMS-B2	0.80 kA	0.02 sec	115	1 mm²	3 mm²		10 mm²	4 mm²	4 mm²
	BATT MECH UPS-LLB									50 mm²
	BATT IT UPS LL B2									50 mm²
	BATT IT UPS LL B1									50 mm²
EB-LLB-OT1-GF	GF-UDB-LLB-OT1	1.80 kA	1.00 sec	115	16 mm²	25 mm²		70 mm²	35 mm²	35 mm²
	EB-MDB-LLB-1	0.60 kA	1.00 sec	115	5 mm²	10 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	IT Rack									10 mm²
EB-MDB-LLB-1	IT Rack									10 mm²
	GF-ELDB-LL-B1	0.70 kA	0.02 sec	115	1 mm²	3 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-LDB-LL-B1	1.30 kA	0.02 sec	115	2 mm²	4 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-UDB-LL-B1	0.50 kA	3.79 sec	115	8 mm²	10 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-RDB-LL-B1	0.80 kA	0.02 sec	115	1 mm²	3 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
EB-LLB-OT2-GF	GF-UDB-LLB-OT2	3.90 kA	1.00 sec	115	34 mm²	35 mm²		70 mm²	35 mm²	35 mm²
	EB-MDB-LLB-2	2.00 kA	1.00 sec	115	17 mm²	25 mm²		16 mm²	10 mm²	25 mm²
EB-MDB-LLB-2	GF-ELDB-LL-B2	0.20 kA	3.41 sec	115	3 mm²	6 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-LDB-LL-B2	1.10 kA	0.02 sec	115	1 mm²	3 mm²		16 mm²	10 mm²	10 mm²
	GF-UDB-LL-B2	0.50 kA	3.86 sec	115	9 mm²	10 mm²		10 mm²	4 mm²	10 mm²

التصميم الكهربائي في مراكز البيانات

من أجل تصميم مركز بيانات مثالي، يجب على المهندس أن يمر بعملية تحديد احتياجات العمل المحددة له. سيساعد تخطيط الأولويات والوظائف المطلوبة وإدراجها في تحديد أفضل هيكل لمركز البيانات. إن تحديد الأفكار والمفاهيم الأساسية سيساعد في بناء خطة مركزة وفعالة وثيقة.

لتحديد متطلبات الوظائف الأساسية واحتياجات العمل والعمليات المطلوبة لمركز البيانات بشكل مناسب، ضع في اعتبارك المعايير التالية:

- مدة تشغيل المنشأة
- المعدات الكهربائية المراد توزيعها
- استراتيجية التصميم الكهربائي
- تُعرف المتطلبات الأساسية واحتياجات العمل والعمليات المطلوبة مجتمعة باسم المتطلبات الأساسية

ما هو Uptime ؟

أولاً، تحديد مدة التشغيل المطلوبة للمنشأة. هل يمكن للنظام أن يتحمل بعض فترات التوقف عن العمل؟ إذا كان الأمر كذلك، فيجب عليك معالجة مقدار وقت التوقف عن العمل الذي يمكن أن يحدث دون التأثير على العمليات التجارية. ونظراً لأهمية أعمالها، تتطلب المؤسسات المالية ومرافق التوزيع أو المؤسسات المرتبطة مباشرة بتوليد الإيرادات أعلى مستويات الجاهزية. تتمتع المؤسسات الأقل أهمية للمهام بالمرونة اللازمة لخفض متطلبات وقت التشغيل بشكل كبير

ضع في اعتبارك المعدات الكهربائية التي سيتم نشرها في مركز البيانات واستخدامها بواسطة الخوادم. ومن الضروري الإجابة على الأسئلة التالية:

- How is the power supply configured?
- Single or dual
- Line-to-Line or Line-to-Neutral voltage
- How much power will each server consume?
- What is the power factor of the server power supplies?
- What is the voltage/current total harmonic distortion (THD)?
- What is the power supply inrush current?

يعد تصميم الكهرباء بعد تحديد المتطلبات الأساسية لمركز البيانات كـمـا سبق ، والخطوة التالية هي تطوير واحد أو أكثر من التصاميم التي سوف تلبي احتياجات عميلك بما فيه الكفاية. هناك تسلسلات هرمية رئيسية لمركز

البيانات الكهربائية **N, N+1, and 2N**

تم ذكرها فيما سبق وسوف نتحدث عنها بإختصار مرة أخرى

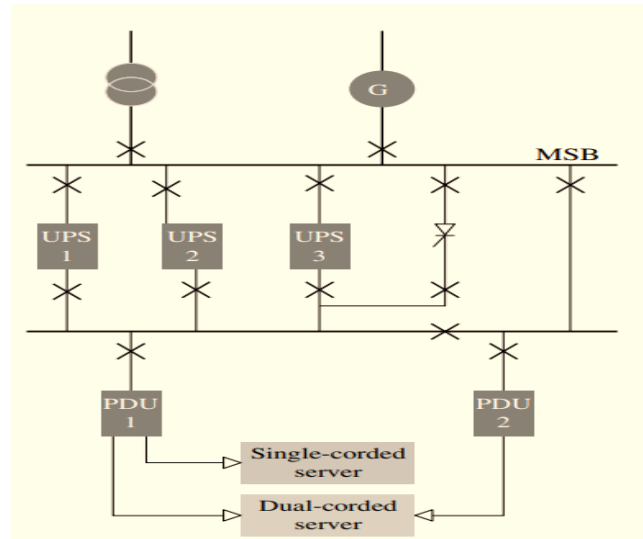
يستخدم نظام التصميم N العدد الدقيق للمعدات أو الأنظمة دون أي تكرار مدمج. تحتوي تصميمات $N+1$ على نظام إضافي مدمج للتكرار، بينما يشير $2N$ إلى التصميمات التي تحتوي على ضعف المعدات المطلوبة، مما يوفر أقصى قدر من التكرار. يوضح الجدول التالي طبولوجيا مراكز البيانات الأكثر شيوعاً جنباً إلى جنب مع إيجابياتهم وسلبياتهم

	N	$N+1$	$N+1$	$N+1$	$2N$
Redundancy	No redundancy	Parallel UPS redundant	Block redundant	Distributed redundant	Maximum redundancy, two identical systems
Pros	<ul style="list-style-type: none"> Less electrical equipment required Lowest cost: initial build and maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> One UPS capacity worth of redundancy Easier load management because the power is shared across UPS bus 	<ul style="list-style-type: none"> One system capacity worth of redundancy Reserve bus is always available in case of outages and maintenance Easy load management 	<ul style="list-style-type: none"> One system capacity worth of redundancy All equipment is utilized Cost-effective solution 	<ul style="list-style-type: none"> System separation provides true redundancy on every level
Cons	<ul style="list-style-type: none"> Outages and failures will bring down server cabinets 	<ul style="list-style-type: none"> UPS bus is a single point of failure 	<ul style="list-style-type: none"> Requires installation of load transfer capability equipment Low utilization of redundant system leading to decreased efficiency 	<ul style="list-style-type: none"> Requires installation of load transfer capability equipment Strenuous ongoing load management exercises to ensure adequate distribution 	<ul style="list-style-type: none"> High equipment cost Increased maintenance cost

التكوين الزائد لـ UPS الموازي Parallel UPS Redundant

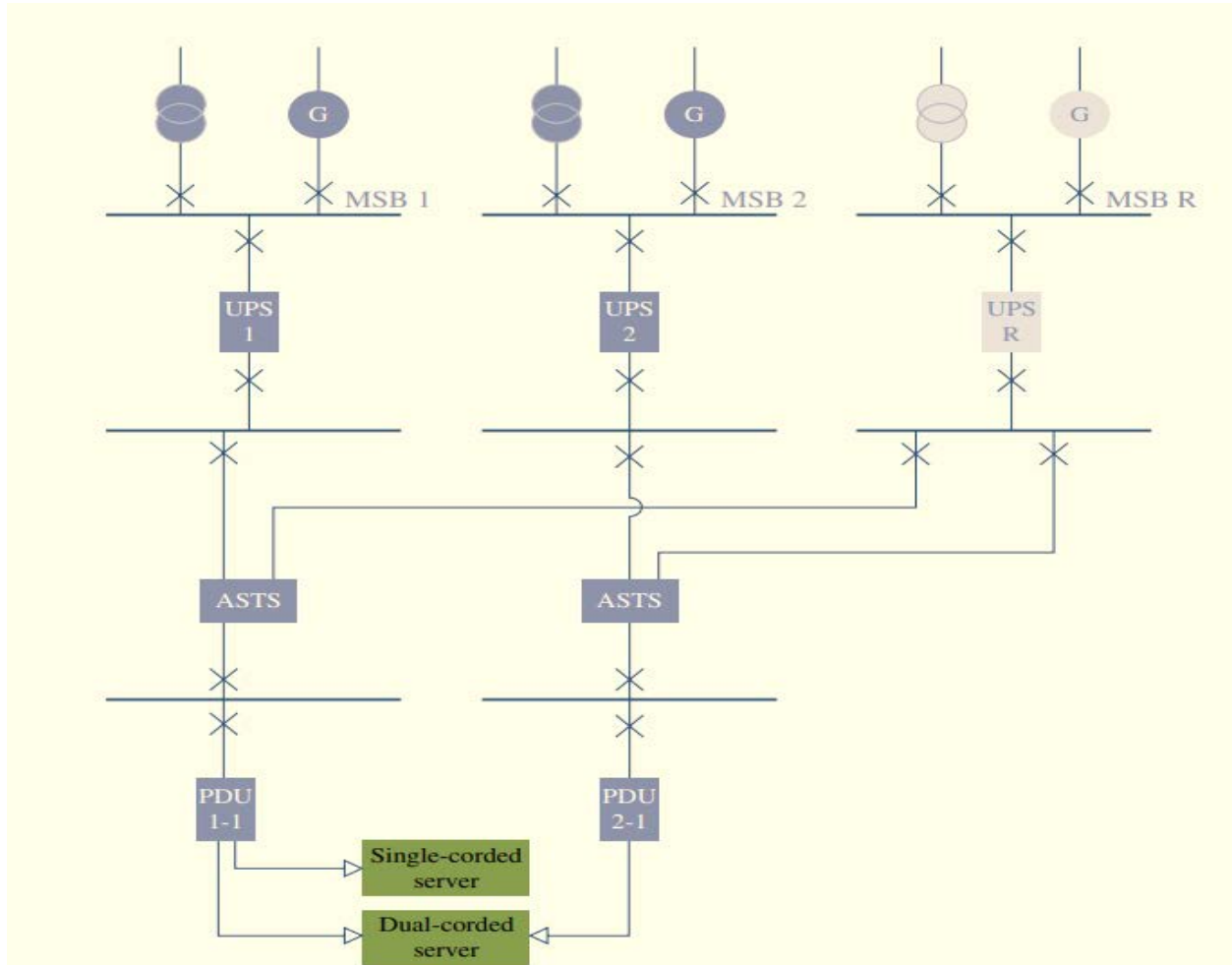
في هذه الهيكل ، تتدفق الطاقة من المرافق من خلال نظام إمداد الطاقة غير المنقطعة المتوازي (UPS) ووحدات توزيع الطاقة. يوفر جهاز التبديل المتوازي UPS الطاقة لوحدة ال PDU

تقوم وحدات PDU بتوزيع الطاقة على الخوادم. إذا فشل مصدر طاقة المرافق، فسوف تلتقط المولدات الحمل، وسيقوم نظام UPS الموازي بسد فجوة انقطاع التيار الكهربائي أثناء الانتقال من المرافق إلى المولد. تستوعب البنية التكرارية لوحدة UPS المتوازية تكوينات الحامل ذات السلك الفردي أو المزدوج، مما يوفر التكرار في كل من مستويات UPS ($N+1$) و PDU ($2N$)



التكوين الزائد على الحاجة Block Redundant

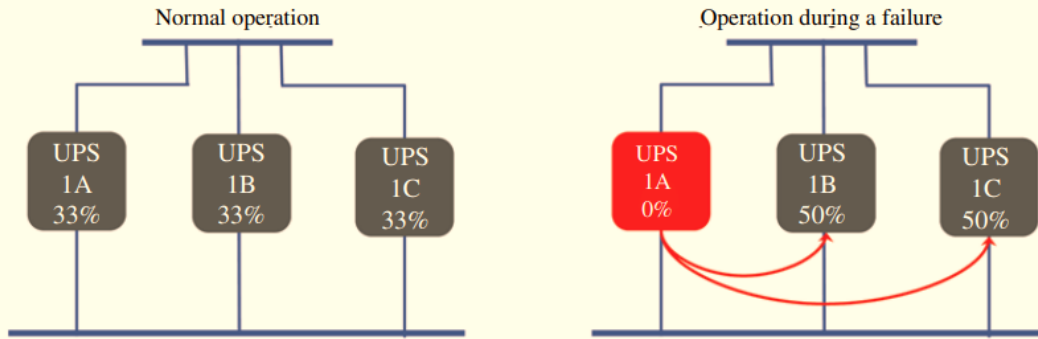
في هذا الهيكل، تتدفق الطاقة من محطات الكهرباء عبر UPS/PDU وتحتوي كل مجموعة من وحدات PDU على UPS مخصص لها، مع احتياطي واحد لتوفير الطاقة في حالة انقطاع التيار. تستوعب البنية التكرارية **Block Redundant** الحامل ذات السلك الفردي أو المزدوج، مما يوفر التكرار على مستويي UPS و PDU



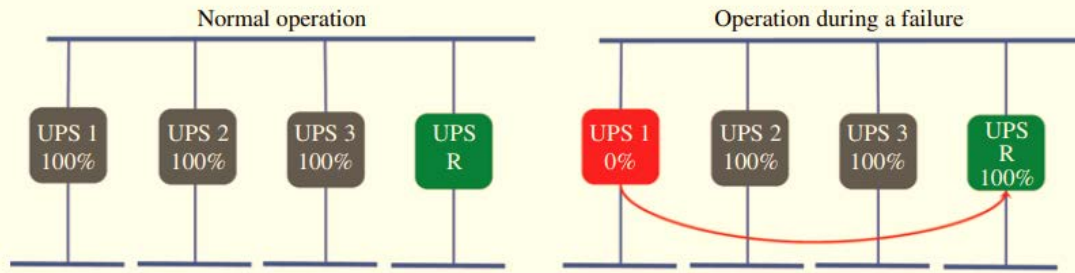
الطوبولوجيا والبنية N+1

ELECTRICAL DESIGN

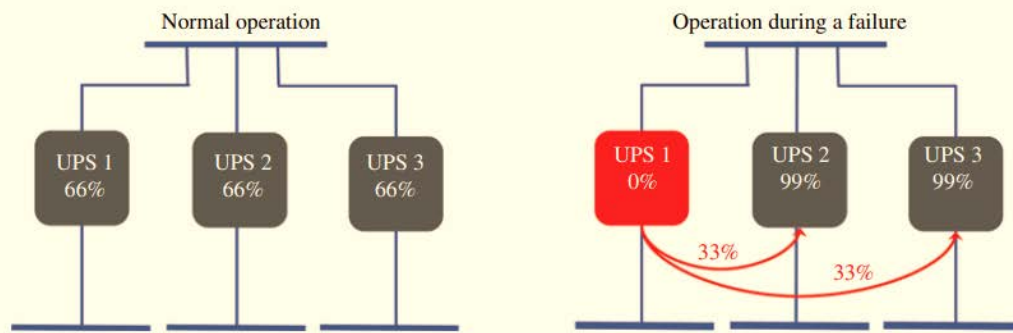
Parallel UPS redundant system



Block redundant system

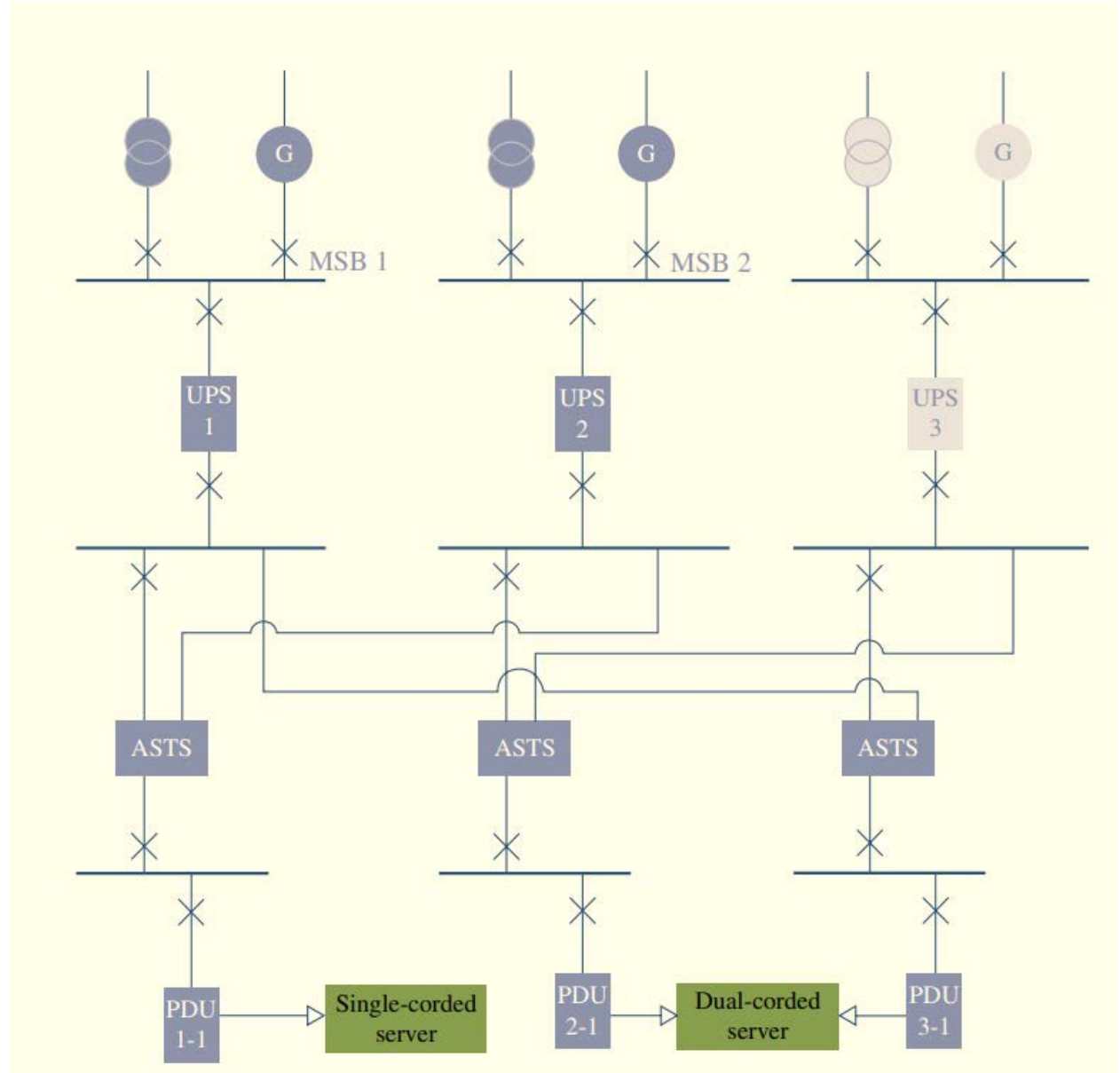


Distributed redundant system



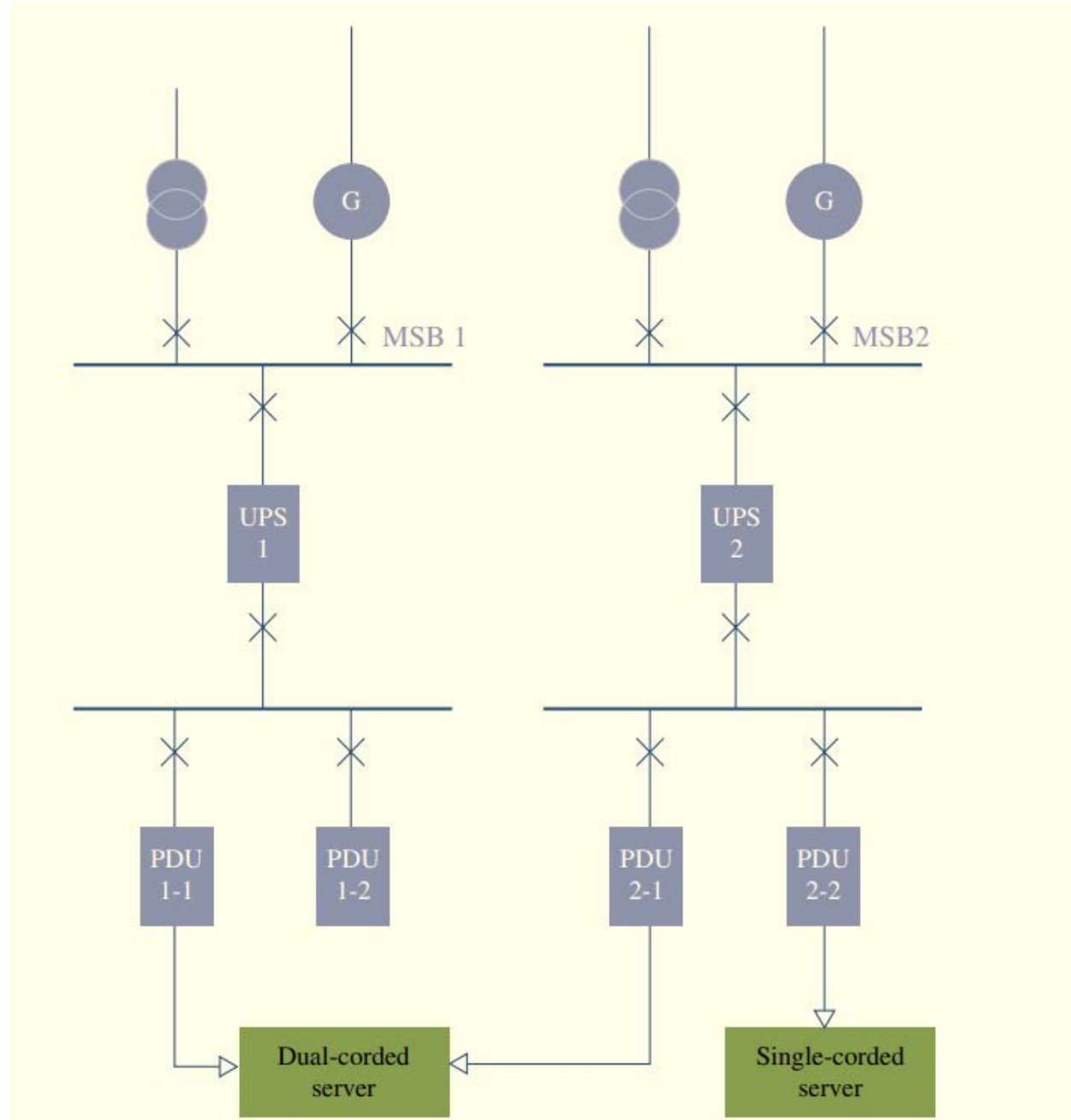
توزيع مستوى التكوين الزائد

تتدفق الطاقة من محطات توزيع الكهرباء عبر UPS/PDU وتتصل بالخادم يتم توزيع حمل مركز البيانات عبر وحدات PDU ، مما يترك سعة كافية لـ UPS على سبيل المثال، إذا كان هناك ثلاثة أنظمة في مركز البيانات، فيجب تحميل كل نظام بنسبة 66%؛ إذا فشل نظام واحد، يمكن نقل 33% من الحمل إلى كل من الأنظمة الحية المتبقية. تستوعب البنية التكرارية الموزعة تكوينات الحامل ذات السلك الفردي أو المزدوج، مما يوفر التكرار على مستوى النظام



التكوين الزائد 2N Configuration

في هذا الهيكل، تتدفق الطاقة من محطات الكهرباء عبر UPS/PDU لنظامين منفصلين وتتصل بالخدام. يوفر تكوين 2N التكرار في جميع أنحاء النظام، ويستوعب رفقاً أحادية أو مزدوجة الأسلاك



سيناريوهات توفر النظام Availability Scenario

بعد إكمال التصميمات الأولية بنجاح استنادًا إلى متطلبات عمل محددة، فإن أفضل ممارسة تالية هي حساب مدى توفر النظام

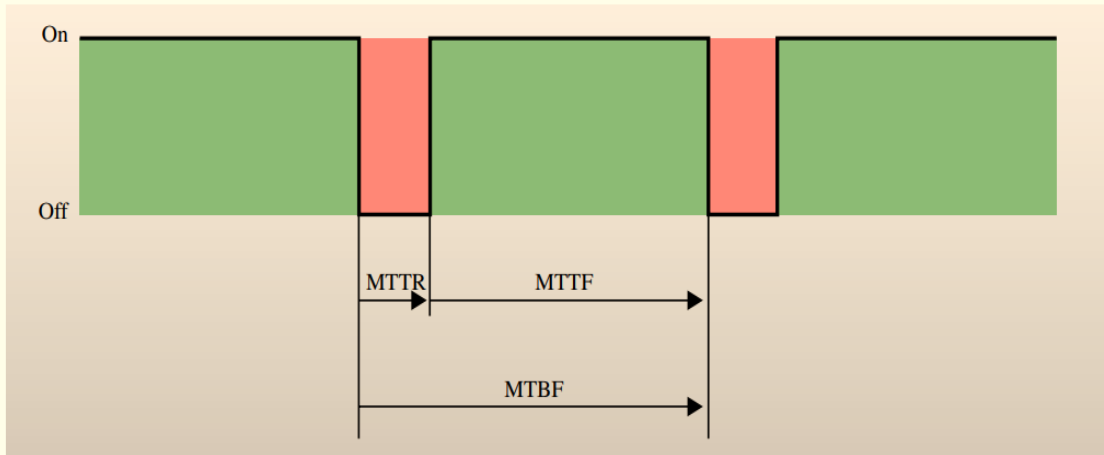
حسابات توفر النظام وسيلة لفهم الموثوقية المتوقعة لتصميم مركز البيانات. ستساعد هذه الحسابات فريق التصميم على توجيه موارد إضافية نحو بناء redundancy مناسب في النظام، لأنه من السهل تحديد المنطقة ذات التكرار الأقل. لإجراء هذه العملية الحسابية، عليك أن تعرف التالي

➤ متوسط الوقت حتى الفشل (MTTF)

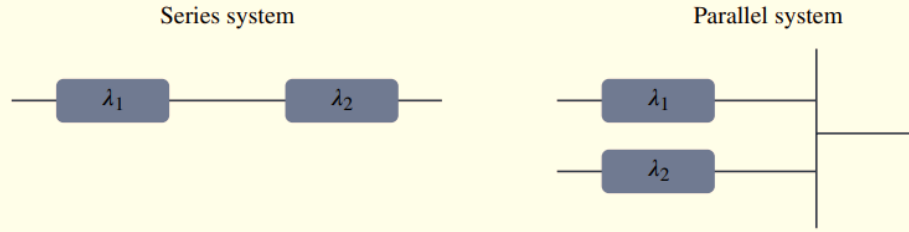
➤ متوسط الوقت بين حالات الفشل (MTBF)

➤ متوسط الوقت اللازم للإصلاح (MTTR)

هذه القيم متوفرة في ورقة بيانات الشركة المصنعة للمعدات أو IEEE Gold Book سيساعدك فهم تبعيات الفشل في الحفاظ على التشغيل المناسب لمركز البيانات من خلال الإعداد الاستباقي



Symbol	Definition	Equations
λ	Failure rate (failures/h)	$\lambda = 1/MTTF$
MTTR	Mean time to repair (MTTR) per failure (h)	
MTBF	Mean time between failures (h)	$MTBF = MTTF + MTTR$
MTTF	Mean time to fail (h)	
A	System availability	$A = MTTF/(MTTF + MTTR) = MTTF/MTBF$
U	System unavailability	$U = 1 - A$
R	Reliability	$R = e^{-\lambda t}$
P	Probability of failure	$P = 1 - e^{-\lambda t}$
s	System in series	
p	System in parallel	



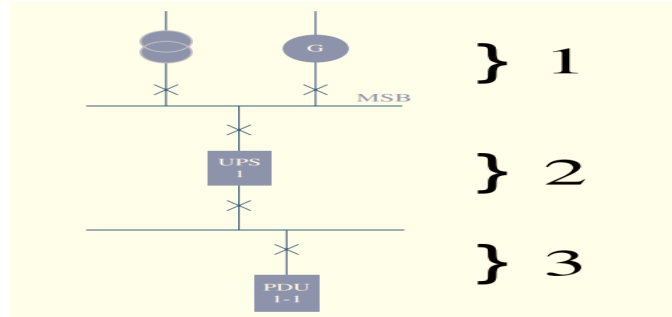
	Series equations	Parallel equations
Failure rate	$\lambda_s = \lambda_1 + \lambda_2$	$\lambda_p = [\lambda_1 \lambda_2 (MTTR_1 + MTTR_2)] / (1 + \lambda_1 MTTR_1 + \lambda_2 MTTR_2)$
Availability	$A_s = A_1 \times A_2$	$A_p = 1 - [(1 - A_1) \times (1 - A_2)]$
Mean time to repair	$MTTR_s = [(\lambda_1 \times MTTR_1) + (\lambda_2 \times MTTR_2)] / (\lambda_1 + \lambda_2)$	$MTTR_p = (MTTR_1 \times MTTR_2) / (MTTR_1 + MTTR_2)$

مثال على سيناريو توفر النظام للداتا سنتر

يعرض مثلاً لنظام يمكن نشره في مركز البيانات. وهو يتألف من وحدة تغذية من محطات النظام، ومحول، ومولد، ولوحة المفاتيح الرئيسية (MSB)، ووحدة UPS، ووحدة PDU يعرض الجدول الأول البيانات الضرورية اللازمة لإجراء حسابات توفر النظام. لاحظ أن هذه بيانات وهمية تستخدم فقط للتوضيح هذا المثال. عند إجراء الحسابات الخاصة بمركز البيانات الخاص بك، يرجى الرجوع إلى IEEE Gold Book وأوراق بيانات المعدات.

The denotes a system in parallel, while+denotes a system in series:

- Part 1= [(Utility+Cable+Circuit Breaker+Transformer) // (Generator+ Generator Controls+Cable+Circuit Breaker)]+ MSB
- Part 2=Part 1+Circuit Breaker+Cable+UPS+Cable+Circuit Breaker Distribution Panel
- Part 3=Part 2+Circuit Breaker+Cable+PDU



Standard data input			Standard calculation	
Equipment	MTTF	MTTR	Failure rate (λ) ($\lambda = 1/\text{MTTF}$)	Availability (A) $A = \text{MTTF} / (\text{MTTF} + \text{MTTR})$
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	0.99999771
MSB	2,500,000	24.00	0.00000040	0.99999040
Generator	500,000	48.00	0.00000200	0.99990401
Generator controls	1,500,000	8.00	0.00000067	0.99999467
PDU	2,500,000	8.00	0.00000040	0.99999680
Transformer	2,000,000	250.00	0.00000050	0.99987502
UPS	1,000,000	0.00	0.00000100	1.00000000
Utility	7,500	6.00	0.00013333	0.99920064
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040	0.99999680
Distribution panel	2,200,000	4.00	0.00000045	0.99999818

Standard data input			Standard calculation		
Equipment	MTTF	MTTR	Failure rate (λ)	MTBF	System availability
<i>Utility</i>					
Utility 1	7,500	7.00	0.00013333	7,507.00	0.99906754
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	3,500,008.00	0.99999771
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040	2,500,008.00	0.99999680
Transformer	2,000,000	250.00	0.00000050	2,000,250.00	0.99987502
Series system (utility, cable, CB, TX)		7.908315339	0.000134519		0.998937189
<i>Generator</i>					
Generator	500,000	48.00	0.00000200	500,048.00	0.99990401
Generator controls	1,500,000	8.00	0.00000067	1,500,008.00	0.99999467
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	3,500,008.00	0.99999771
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040	2,500,008.00	0.99999680
Series system (gen, gen controls, cable, CB)		31.86363636	3.35238E-06		0.999893191
<i>Part 1 [(Utility, Cable, CB, TX) // (Gen, Gen Controls, Cable, CB)] + MSB</i>					
Gen/utility		6.335813894	1.79355E-08		0.999999886
MSB	2,500,000	24.00	0.00000040		0.99999040
(Gen/utility) + MSB		5.01	2.17635E-13		0.99999999998910
<i>Part 2 (Part 1 + CB + Cable + UPS + Cable + CB + DP)</i>					
Part 1		5.01	2.17635E-13		0.9999999999989
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040		0.99999680
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	3,500,008.00	0.99999771
UPS	1,000,000	0.00	0.00000100	1,000,000.00	1.00000000
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	3,500,008.00	0.99999771
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040		0.99999680
Distribution panel	2,200,000	4.00	0.00000045		0.99999818
Series system (Part 1 + CB + Cable + UPS + Cable + CB + DP)		4.525735332	0.00000283		0.99998721
<i>Part 3 (Part 2 + CB + Cable + PDU)</i>					
Part 2		4.525735332	0.00000283		0.99998721
Circuit breaker	2,500,000	8.00	0.00000040		0.99999680
Cable	3,500,000	8.00	0.00000029	3,500,008.00	0.99999771
PDU	2,500,000	8.00	0.00000040		0.99999680
Series system (Part 1 + Part 2 + CB + Cable + PDU)		5.49	0.00000391		0.99997852

IEEE Gold Book reliability data

Equipment category	λ failures per year	r , hours of down time per failure	λr forced hours of down time per year	Data source in IEEE survey [B8] table
Protective relays	0.0002	5.0	0.0010	19
Metal-clad drawout circuit breakers				
0–600 V	0.0027	4.0	0.0108	5, 50
Above 600 V	0.0036	83.1 ^a	0.2992	5, 51
Above 600 V	0.0036	2.1 ^b	0.0076	5, 51
Power cables (1000 circuit ft)				
0–600 V, above ground	0.00141	10.5	0.0148	13
601–15,000 V, conduit below ground	0.00613	26.5 ^a	0.1624	13, 56
601–15,000 V, conduit below ground	0.00613	19.0 ^b	0.1165	13, 56
Cable terminations				
0–600 V, above ground	0.0001	3.8	0.0004	17
601–15,000 V, conduit below ground	0.0003	25.0	0.0075	17
Disconnect switches enclosed	0.0061	3.6	0.0220	9
Transformers				
601–15,000 V	0.0030	342.0 ^a	1.0260	4, 48
601–15,000V	0.0030	130.0 ^b	0.3900	4, 48
Switchgear bus—bare				
0–600 V (connected to 7 breakers)	0.0024	24.0	0.0576	10
0–600 V (connected to 5 breaker)	0.0017	24.0	0.0408	10
Switchgear bus insulated				
601–15,000 V (connected to 1 breaker)	0.0034	26.8	0.0911	10
601–15,000 V (connected to 2 breakers)	0.0068	26.8	0.1822	10
601–15,000 V (connected to 3 breakers)	0.0102	26.8	0.2733	10
Gas turbine generator	4.5000	7.2	32.4000	Appendix L, Table III

^a Repair failed unit.

^b Replace with spare.

يتطلب التشغيل الأمثل لمركز البيانات تحميلاً فعالاً عند اخذ هذه العوامل عند توزيع المعدات

- Breaker size, rating, and trip settings
- Server information
- System power distribution
- Disaster recovery plans

يجب أن تكون معلومات طاقة المعدات الكهربائية متاحة من خلال أوراق بيانات الشركة المصنعة. يمكنك عادةً العثور على مجموعة من التيار (A) ، والجهد (V) ، والطاقة الظاهرة (VA) ، والطاقة الحقيقية (W) من أجل تحميل مركز البيانات بكفاءة، من الضروري تحويل كل طاقة المعدات إلى طاقة حقيقية. يؤدي التحويل إلى الطاقة الحقيقية إلى تجنب التحميل الزائد يجب عليك أيضاً أن تأخذ الطاقة التفاعلية بعين الاعتبار لأنها تؤثر على حمل المولد

عند تحميل مركز البيانات، من المهم فهم الترابط بين المعدات الموزعة . يجب عليك أيضاً مراعاة التأثيرات على جميع آلات **downstream/upstream**. إنها لعبة توازن إلى حد كبير. يجب عليك تحديد الأولويات والعثور على أفضل تطابق لموقفك المثالي.

بعد نشر الرفوف، من المهم مراقبة سلامة مركز البيانات بشكل مستمر لتحديد الحلول للمشكلات المحتملة بشكل استباقي. يعد نشر أجهزة قياس جودة الطاقة (PQM) على المعدات وتوجيه البيانات أمراً أساسياً لمنع الأحداث الكارثية

المزيد من قياس **BCM** ، وحدات **iPDU** الذكية، وما إلى ذلك (سيوفر رؤية إضافية لأداء البنية التحتية. إذا كانت جميع أدوات القياس لديك تستخدم نفس البروتوكولات للتواصل مع بعضها البعض، فسيكون من الأسهل دمجها في واجهة واحدة بالإضافة إلى ذلك، سيكون من الأسهل الحصول على قياس الأداء على عدة مقاييس، مثل ذروة استهلاك الطاقة والكيلوواط ساعة

فعالية استخدام الطاقة (PUE)

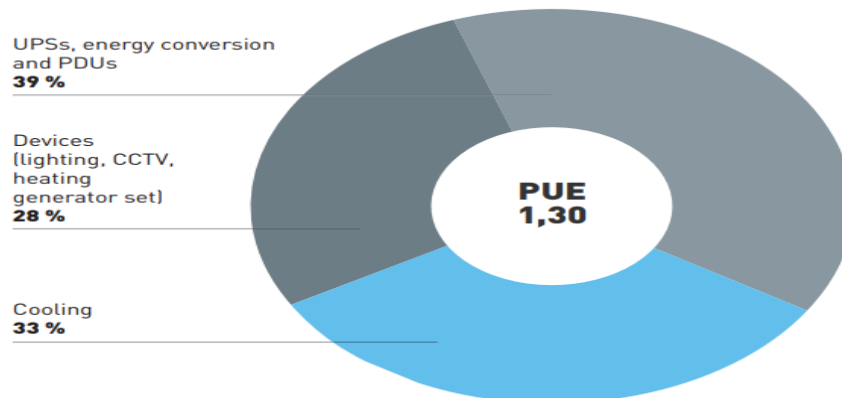
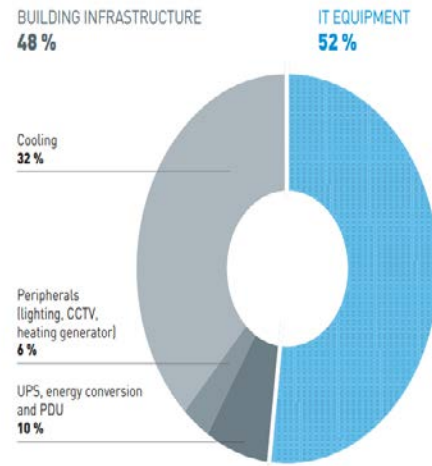
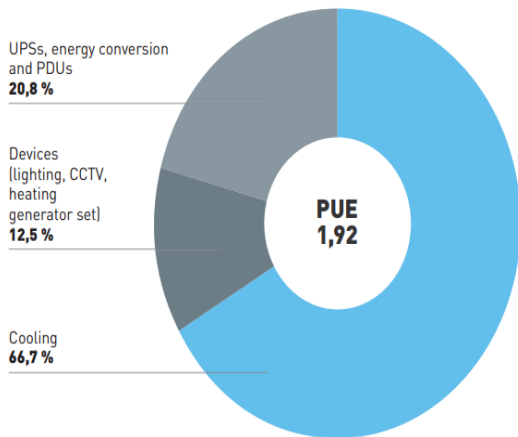
تقيس فعالية استخدام الطاقة (PUE) مدى كفاءة استخدام مركز البيانات للطاقة نظراً لأن الطاقة هي أحد تكاليف التشغيل الرئيسية لمركز البيانات ، فإن PUE ، بالقيمة الحقيقية ، تقيس الربحية والقدرة التنافسية.

لحساب PUE ، تأخذ إجمالي الطاقة التي تستخدمها المنشأة مقسومة على الطاقة المستخدمة في تكنولوجيا المعلومات IT. وبالتالي ، فإن PUE المثالي - حيث يتم استخدام كل الطاقة للحوسبة - هو 1 أي شيء يزيد عن 1 هو طاقة علوية.

على مستوى الصناعة ، متوسط PUE الحالي هو 1.8، وهو ما يعني أن ما يقرب من نصف الطاقة المستخدمة من قبل مركز البيانات هو عبء ، ومعظم هذا الحمل يستخدم للتبريد. يمكن أن يساعد التبريد الأكثر كفاءة في جعل مراكز البيانات أكثر فعالية من حيث التكلفة وربحية.

$$\text{PUE} = \frac{\text{Overall Power}}{\text{IT Power}}$$

PROJECTION OF LOSSES BY IMPROVING THE PUE



PUE	Level of efficiency	DCIE
3.0	Very Inefficient	33%
2.5	Inefficient	40%
2.0	Average	50%
1.5	Efficient	67%
1.2	Very efficient	83%

أمثلة لحساب قيمة PUE لأحد مراكز البيانات

مثال رقم 1 حساب PUE لمركز بيانات (داتا سنتر) في المنطقة الشمالية للسعودية

Building/Facility PUE		Data Hall																				Landlord									
Month		IT Equipment		Lighting		IDEC		IT UPS		Mechanical		Chilled Water Cooling		Cooling (DC1 & DC2 VRF)		Pressurization/ Fresh Air		Cooling/ Ventilation/ Humidification				Power Distribution		Lighting		Total Data Centre		idPUE			
Duration	Average	Average Load	Energy Used	Energy Used	Average Load	Energy Used	Energy Loss	Energy Loss	Chiller	Pump	CRH	Total	Space Cooling (Corridor)	Fresh Air	Total	Space Cooling (DC VRF)	Fresh Air	Total	Space Cooling (IDC VRF)	Fresh Air	Total	Energy Used	Energy Used	Energy Used	Energy Used	Energy Used					
Days	Temp C	kW	kWh	kWh	kW	kWh	kWh	kWh	kW	kW	kW	kWh	Indoor	Outdoor	Air side	Coiling	kWh	Indoor	Outdoor	Air side	Coiling	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh					
1	31	23.5	12845	955680	16,078.44	1183	879,943.68	191,133.60	8,799.44	677	57	353	807,419.38	17	50	38	87	143,147.59	13	35	9	21	58,795.69	40,044.00	32,990.66	11,735,032.48	1.28				
2	28	25.1	12845	8631840	14,522.46	1189	798,099.46	172,636.80	7,880.99	727	57	353	762,794.12	17	64	38	93	142,708.76	13	45	9	23	60,720.01	42,770.40	35,236.84	10,669,309.84	1.24				
3	31	27.4	12845	955680	16,078.44	1227	912,941.57	191,133.60	9,129.42	764	57	353	872,416.33	17	74	38	102	172,345.56	13	54	9	25	74,870.31	46,689.60	38,465.71	11,890,750.52	1.24				
4	30	28.1	12845	9248400	15,559.78	1286	933,166.08	184,968.00	9,331.66	806	57	353	874,162.94	17	78	38	108	173,651.66	13	57	9	26	76,254.33	49,586.40	40,652.27	11,695,953.12	1.25				
5	31	31.5	12845	955680	16,078.44	1887	1,404,242.46	191,133.60	14,042.43	994	57	353	976,382.44	17	109	38	119	280,239.38	13	78	9	29	86,473.69	54,957.60	44,783.67	12,564,322.46	1.33				
6	30	32.4	12845	9248400	15,559.78	2125	1,557,642.24	184,968.00	15,576.42	933	57	353	965,051.53	17	114	38	124	211,128.16	13	83	9	30	86,762.30	56,913.60	46,989.96	12,398,081.09	1.34				
7	31	34.7	12845	955680	16,078.44	2375	1,767,220.22	191,133.60	17,672.20	962	57	353	1,020,074.96	17	134	38	129	237,284.13	13	95	9	32	110,546.76	59,128.80	48,713.87	13,024,543.00	1.36				
8	31	35.1	12845	955680	16,078.44	2410	1,793,885.25	191,133.60	17,938.85	962	57	353	1,019,967.41	17	139	38	131	236,023.55	13	92	9	32	108,406.83	59,810.40	49,275.42	13,047,189.74	1.37				
9	30	33.4	12845	9248400	15,559.78	2158	1,554,094.08	184,968.00	15,540.94	932	57	353	965,417.29	17	124	38	124	218,863.91	13	86	9	30	100,075.25	56,913.60	46,888.86	12,406,721.71	1.34				
10	31	31.6	12845	955680	16,078.44	1932	1,437,241.34	191,133.60	14,372.41	932	57	353	997,062.98	17	111	38	118	211,257.29	13	77	9	29	94,916.73	53,846.40	44,361.91	11,616,951.11	1.32				
11	30	28.6	12845	9248400	15,559.78	1266	911,877.12	184,968.00	9,118.77	805	57	353	873,093.24	17	75	38	106	170,388.97	13	53	9	26	72,589.21	48,734.40	40,150.34	11,575,779.82	1.25				
12	31	25.1	12845	955680	16,078.44	1193	887,276.54	191,133.60	8,872.72	725	57	353	844,415.27	17	53	38	93	151,879.44	13	39	9	23	62,851.25	42,770.40	35,236.84	11,797,194.54	1.28				
dPUE																															
Total	365		154,140.00	112,522,200.00	189,310.61	20,278.72	14,836,631.04	2,250,444.00	148,366.31	10,128.39	688.72	4,214.40	10,979,087.88	206.98	1,116.79	457.20	1,336.01	2,277,938.42					157.54	793.83	108.60	326.18	1,013,260.90	611,565.60	503,844.66	145,332,649.41	1.29
5MW-Landlord			38,535.00	28,130,550.00	47,327.65	5,969.68	3,709,157.76	-	562,611.00	37,091.58	2,532.10	172.18	1,053.60	2,744,771.97	53.74	279.20	114.30	334.00	569,484.60				157.54	793.83	108.60	326.18	1,013,260.90	611,565.60	503,844.66	37,929,665.72	1.35
1.5MW-Landlord			19,267.50	14,065,275.00	23,663.83	2,534.84	1,854,578.88	-	281,305.50	18,545.79	1,266.05	86.09	526.80	1,372,385.99	25.87	139.60	57.15	167.00	284,742.30				157.54	793.83	108.60	326.18	1,013,260.90	611,565.60	503,844.66	20,029,168.44	1.42

القيمة المستنتجة = 1.42

مثال رقم 2 حساب PUE لمركز بيانات (داتا سنتر) في مدينة جدة

%Loading	No. of Operating Hours Per Year (operational)	100% load	75% load	50% load	25% load
		Values	Calculations	Values	Calculations
Total IT Power	8760	24400 kW	213744000 kWh	18300 kW	160308000 kWh
PDU Losses (Not Applicable for the project)	0	0.00%	0 kWh	0.00%	0 kWh
UPS Losses(IT)	8760	4%	8549760 kWh	4%	6412320 kWh
UPS Battery Charging(IT)	8760	5%	10687200 kWh	5%	8015400 kWh
PAHU, Fan Wall Unit, CHW Pumps	8760	538 kW	4714982 kWh	404 kW	3536237 kWh
UPS Losses(PAHU, Fan Wall Unit, CHW Pumps)	8760	4%	188599 kWh	4%	141449 kWh
UPS Battery Charging(PAHU, Fan Wall Unit, CHW Pumps)	208	5%	5598 kWh	5%	4198 kWh
PAHU and FCU(Non-IT Floors) (Not Applicable for the project)	8760	397 kW	3475968 kWh	397 kW	3475968 kWh
UPS Losses(Non IT Floor PAHU)	8760	4%	139039 kWh	4%	139039 kWh
UPS Battery Charging(Non IT Floor PAHU)	208	5%	4127 kWh	5%	4127 kWh
Emergency Lighting Load	8760	150 kW	1314000 kWh	140 kW	1226400 kWh
UPS Losses	8760	4%	52560 kWh	4%	49056 kWh
UPS Battery Charging	208	5%	1560 kWh	5%	1456 kWh
Primary Pump (Included Above)	0		0 kWh		0 kWh
UPS Losses(Primary Pump)	0	4%	0 kWh	4%	0 kWh
UPS Battery Charging(Primary Pump)	0	5%	0 kWh	5%	0 kWh
TFA, AHU and Other Non Critical HVAC Loads	8760	1386 kW	12141360 kWh	1336 kW	11703360 kWh
DG Building Lighting and Power (Included in Other Loads & DC)	5840		0 kWh	0 kW	0 kWh
DC Building Lighting and Power	5840	300 kW	1752000 kWh	280 kW	1635200 kWh
Other Operational Loads	2920	204 kW	595680 kWh	75 kW	219000 kWh
Chiller Load	8760	500 TR	58254000 kWh	500 TR	43690500 kWh
Transformer and Distribution Losses	8760	2.5%	7890511 kWh	3%	7216851 kWh
Chiller and Pumps Operational Units		20		15	
Annualized ikw/ TR		0.700		0.70	
Loading on Each Chiller(%)		0.950		0.95	
Total Facility Load(IT + Non IT) in kWh			323510944 kWh		247778561 kWh
Annualised PUE			1.51		1.55
					1.60
					1.76

Considered One Utility Supply Failure Per Week for UPS Battery Charging

القيمة المستنتجة = 1.51

UPS

نظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة Uninterruptible Power Supply System

تعد مصادر الطاقة غير المنقطعة (UPS) أمراً بالغ الأهمية جزء مهم من البنية التحتية الكهربائية لمراكز البيانات حيث مستويات عالية مطلوبة من جودة الطاقة والموثوقية في هذا الفصل، سنناقش أساسيات تصميمات UPS والتطبيقات النموذجية حيث يتم استخدام UPS بشكل شائع في مراكز البيانات ، يجب مراعاة الاعتبارات الخاصة بذلك عند اختيار UPS ، والمكونات أو الخيارات الأخرى التي تعتبر جزء مهم من شراء ونشر نظام UPS.

ما هو نظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة UPS ؟

ببساطة، نظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة هو جهاز يوفر طاقة احتياطية عندما تنقطع طاقة المرافق أو تصبح غير قابلة للاستخدام بواسطة الأجهزة التي تتطلب كهرباء منظمة لتشغيلها. يمكن لـ UPS إما توفير الكهرباء لفترة كافية لإيقاف تشغيل المعدات الهامة بأمان بحيث لا يتم فقدان أي بيانات أو مقاطعة أي عملية أو لفترة كافية للحفاظ على الأحمال المطلوبة قيد التشغيل حتى يأتي مصدر آخر لتوليد الكهرباء (عادةً مولد) توفر بعض هياكل UPS المختلفة أيضاً تكييفاً للطاقة الواردة بحيث لا تؤدي حالات sags and surges المرتفعة إلى إتلاف المعدات الكهربائية والإلكترونية الحساسة تم تصميم أنظمة UPS بحيث تندمج بسهولة في البنية التحتية الكهربائية القياسية، مما يعني أن متطلبات الطاقة الأصغر تكون عادةً تصميمات أحادية الطور، مع متطلبات طاقة أكبر يتم التعامل معها من خلال أنظمة ثلاثية الطور

في أمريكا الشمالية، يكون تصميم UPS أحادي الطور النموذجي أصغر من 25 كيلو فولت أمبير، بينما تبدأ الأنظمة ثلاثية الطور بحوالي 8 كيلو فولت أمبير وترتفع إلى MVAs. في بعض المقاطعات في أوروبا، جميع الأنظمة يجب أن يكون للتيار الأكبر من 8 كيلو فولت أمبير دخل ثلاثي الطور للتأكد من بقاء النظام الكهربائي لشبكة المرافق متوازناً. تأتي أنظمة UPS الفردية بأحجام تتراوح من 300 فولت أمبير (طاقة كافية لجهاز كمبيوتر وشاشة نموذجيين) إلى أكثر من 2 ميجا فولت أمبير (طاقة كافية لـ 175 منزلاً)، مع إمكانية تركيب أنظمة أكبر بالتوازي لمستويات طاقة تصل إلى 20+ MVA طاقة كافية لمدينة صغيرة

لماذا ال UPS في مراكز البيانات مهم جداً ؟

في عصر أنظمة الحوسبة الهامة والإنترنت، تتطلب استمرارية الأعمال حماية البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات لديك من جميع التهديدات الخفية لبيئة المنشأة النموذجية وحتى في بيئات التصنيع الحالية، يمكن أن يكلف انقطاع التيار الكهربائي الشركات آلاف الجنيهات من الإيرادات المفقودة، ولا يشمل ذلك الإنتاجية المفقودة لقوتها العاملة. كل شركة، مهما كانت صغيرة أو كبيرة، معرضة لخطر خلل الطاقة المولد داخلياً أو خارجياً قد تلاحظ فقط حدوث اضطرابات في الطاقة عندما تومض الأضواء أو تتطفئ، لكن معدات الحوسبة والتخزين والشبكة والعمليات الخاصة بك يمكن أن تتضرر بسبب العديد من حالات عدم استقرار الطاقة الأخرى غير المرئية للعين البشرية، مما قد يؤدي إلى تدهور أداء المعدات أو الفشل مع مرور الوقت لذلك يمكنك أن تقلق الآن أو تقلق لاحقاً أحد الخيارات هو استباقي، في حين أن الآخر قد يكون مؤلماً

أنظمة تكنولوجيا المعلومات معرضة للخطر حتى في أكبر مراكز البيانات من 450 شركة من بين 1000 شركة تم استطلاعها في مجلة Fortune ، عانى كل موقع من تسعة مواقع في المتوسط من حالات فشل تكنولوجيا المعلومات كل عام حوالي 28% من هذه الحوادث كانت ناجمة عن مشاكل في الطاقة .

وفقاً لبحث برايس ووترهاوس، بعد انقطاع التيار الكهربائي، يؤدي انقطاع التيار الكهربائي إلى تعطيل أنظمة تكنولوجيا المعلومات 33%+ :من الشركات تستغرق أكثر من يوم للتعافي 10% من الشركات تستغرق أكثر من أسبوع للتعافي الكامل.

قد يستغرق الأمر ما يصل إلى 48 ساعة لإعادة تكوين الشبكة وقد يستغرق الأمر أياماً أو أسابيع لإعادة إدخال البيانات المفقودة 90% .من الشركات تتعرض لكارثة حاسوبية وليس لديك خطة للبقاء وتتوقف عن العمل بداخلها 18 شهراً.

تصنيف وحدات ال UPS

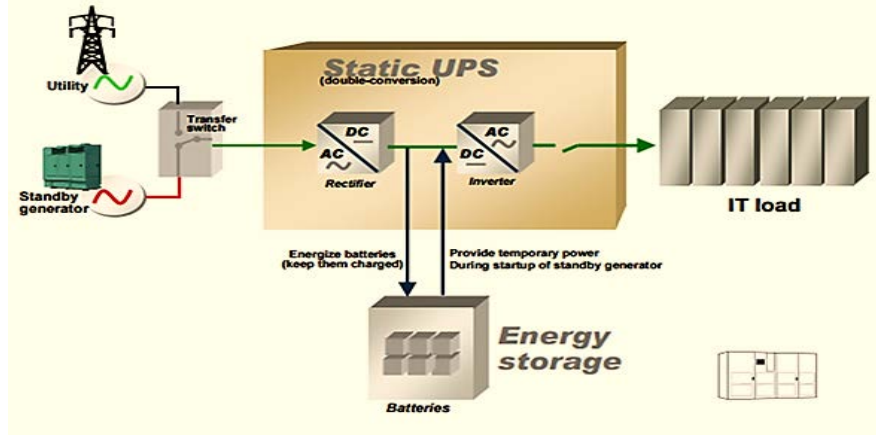
- الجهد الكهربائي، Voltage range
- عدد الأطوار ، No. of phases
- إمكانية التنقل، Mobility
- التصميم التكنولوجي Technological design
- الحجم/القدرة المادية، Physical Size/capacity
- عامل الشكل/التكوينات، Form factor/ configurations
- التكوين، Topology
- هندسة التوزيع Distribution Architecture
- استخدام المحولات Use of transformers

أساسيات UPS

تحصل تصميمات UPS على تصنيف أساسي حسب طريقة تخزين وتوصيل الطاقة الفعلية المستخدمة

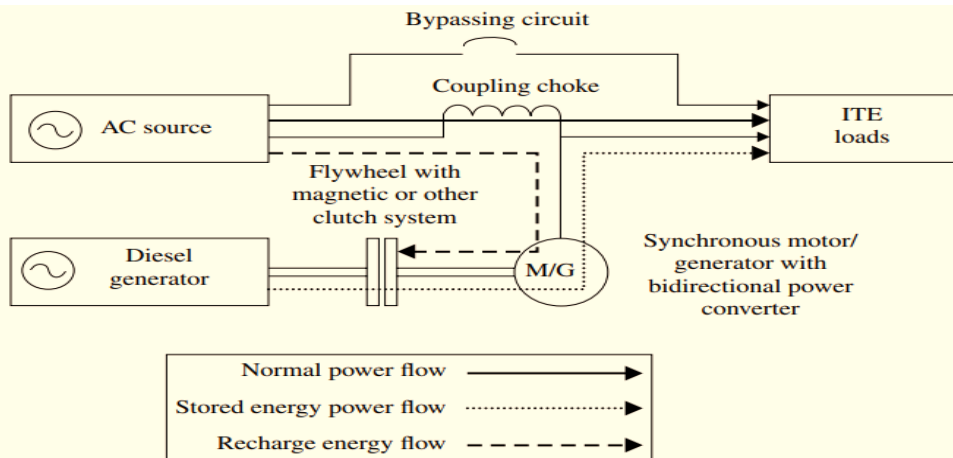
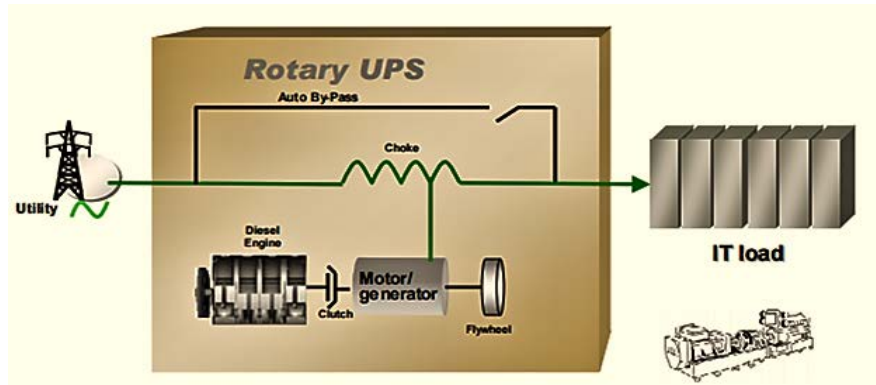
هناك تصنيفان عامان: ثابت ودوار .

التصميم الأكثر شيوعاً في صناعة تكنولوجيا المعلومات، الثابت أو Static، يستخدم نوعاً من مكونات التحويل الإلكترونية التي تأخذ الطاقة المخزنة (البطارية النموذجية) وتحول التيار المباشر (DC) إلى تيار متردد (AC) ، بالجهد الصحيح المطلوب لمستخدم من قبل المعدات الهامة






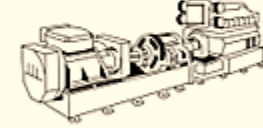

يستخدم UPS الدوار Rotary جهازًا دوارًا (مولدًا) يتم تشغيله عادةً بواسطة الأداة المساعدة التيار المتردد من خلال نوع من النظام الحركي.

يستخدم المولد الدوار، الذي يطلق عليه أحيانًا اسم Diesel Rotary UPS (DRUPS)، عادةً مجموعة flywheel ثقيلة الوزن لتخزين الطاقة، مما يتيح لقسم المولد وقتًا لبدء التشغيل، ثم توفير الطاقة عند فقدان طاقة مرافق التيار المتردد.



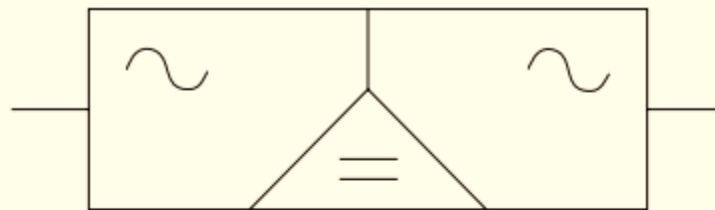
Rotary UPS system combined with diesel generator

مقارنة بين وحدات الطاقة الغير منقطعة الثابت والدوار أو المتحرك

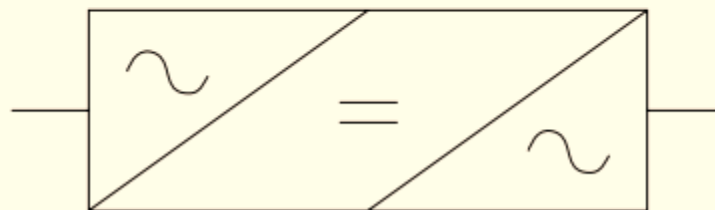
Static	Key differentiators	Rotary	Key differentiators
Double-conversion UPS 	<ul style="list-style-type: none"> Represents > 90% of 3-phase UPS installed base Supports wide load range (10 kW – 1.6 MW) Typical runtimes 5 to 15 minutes 	Motor-generator / battery UPS 	<ul style="list-style-type: none"> Compact vertical motor / generator design Outputs power through motor / generator Mechanical components / higher maintenance
Delta conversion UPS 	<ul style="list-style-type: none"> Highest Efficiency Modular/ scalable Electrical components / lower maintenance 	Engine coupled UPS 	<ul style="list-style-type: none"> Attached / integrated diesel generator Mechanical components / higher maintenance Single unit supports largest load blocks (1 MW +)
Flywheel UPS 	<ul style="list-style-type: none"> Battery free Typical runtimes 15 - 30 secs Represents < 3% of 3-phase UPS installed base Outputs power through inverter 		

الطبولوجيا أو البنية لنظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة

كما ذكرنا سابقاً، تأتي UPS الثابتة في عدد من الهياكل المختلفة؛ ومع ذلك، فإنها تتناسب مع تصنيفين مختلفين وفقاً لـ IEEE ، إما تحويل واحد أو تحويل مزدوج



Single-conversion UPS



Double-conversion UPS

التحويل الأحادي Single Conversion

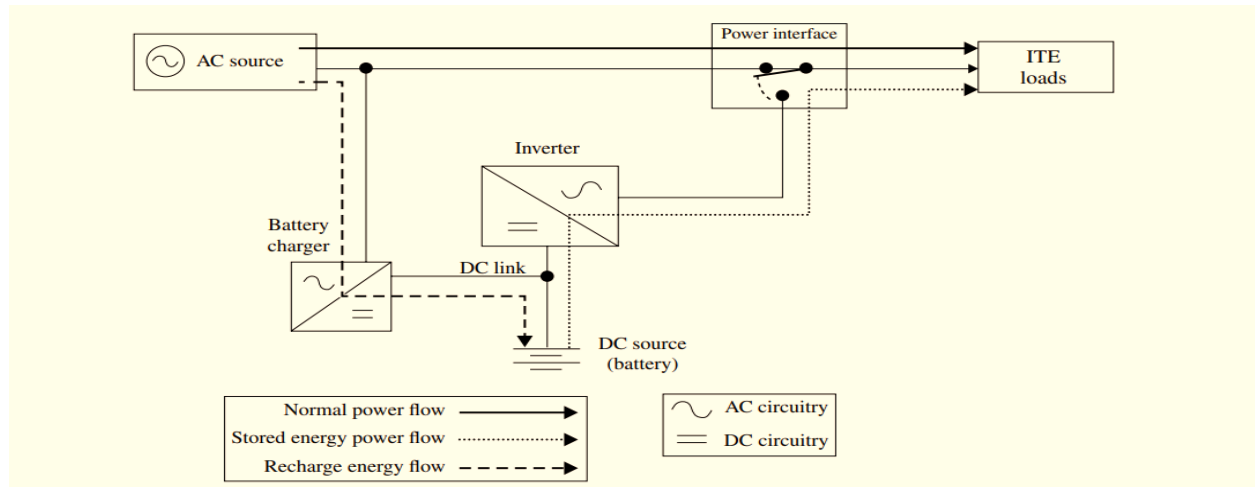
يتم استخدام طاقة التيار المتردد الواردة لتشغيل المعدات الهامة المتصلة مباشرة؛ ومع ذلك، قد يكون هناك بعض تنظيم الجهد الكهربائي الذي يتم إجراؤه داخل ال UPS إما من أجل "خفض" أو "تعزيز" (رفع) الجهد إلى مستوى مقبول للأحمال.

توفر بعض تصميمات ال UPS أحادية التحويل الطاقة للأحمال الحرجة من خلال inductor متسلسل أو محول خطي أو رنين حديدي، وبالتالي توفر عزل "line to load" " وحماية عابرة.

تتطلب ال UPS ذات التحويل الفردي عادةً دائرة شحن منفصلة للبطارية للتأكد من بقاء البطارية مشحونة بشكل صحيح لدعم الحمل الحرج عند استدعائها.

أكثر تصميمي UPS الثابت للتحويل الفردي شيوعًا هما

the standby UPS and line interactive (LI)

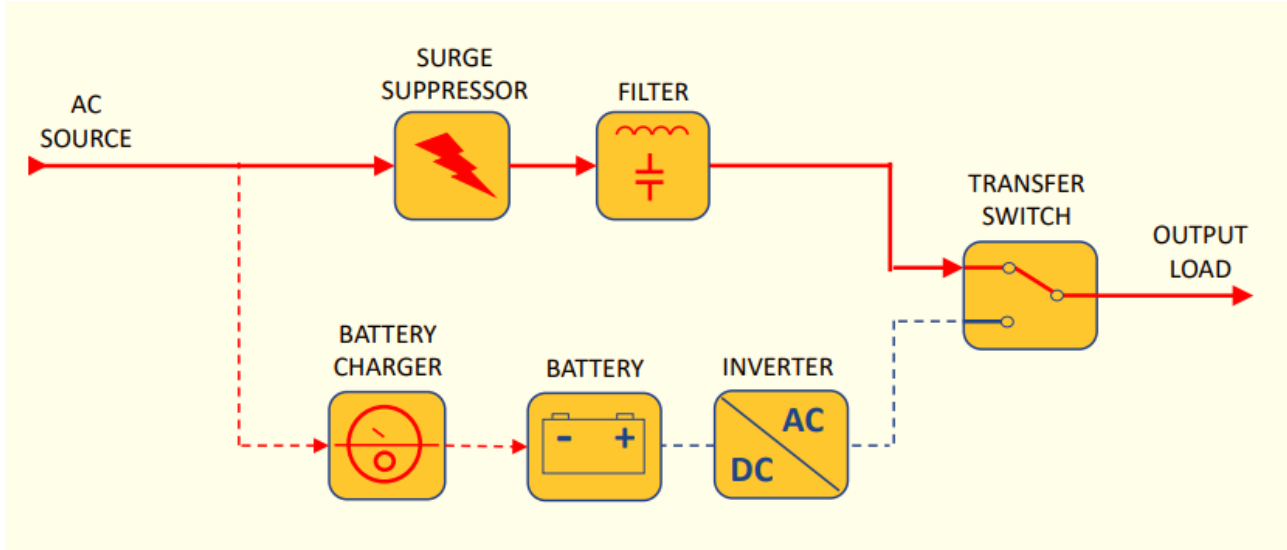


وحدات إمدادات الطاقة غير المنقطعة Standby UPS

تُستخدم وحدات UPS الاحتياطية بشكل شائع لحماية الأحمال الفردية مثل أجهزة الكمبيوتر المكتبية. كما هو موضح في الرسم التخطيطي التالي، تم ضبط مفتاح النقل لاختيار مدخل التيار المتردد كمصدر للطاقة (solid line path)، والتبديل إلى البطارية / العاكس كمصدر احتياطي في حالة فشل المصدر الأساسي. عندما يحدث ذلك، يجب أن يعمل مفتاح النقل لتحويل الحمل إلى مصدر الطاقة الاحتياطية للبطارية/العاكس (dashed path). يبدأ تشغيل العاكس فقط عند انقطاع التيار الكهربائي، ومن هنا جاء اسم "الاستعداد".

Standby

تعد التكلفة المنخفضة والحجم الصغير وأشكال موجية الإخراج غير الجيبية والكفاءة العالية من السمات النموذجية لهذا النوع من UPS. توفر بعض وحدات UPS الاحتياطية أيضاً ميزة منع زيادة التيار وترشيح الضوضاء الكهربائية.



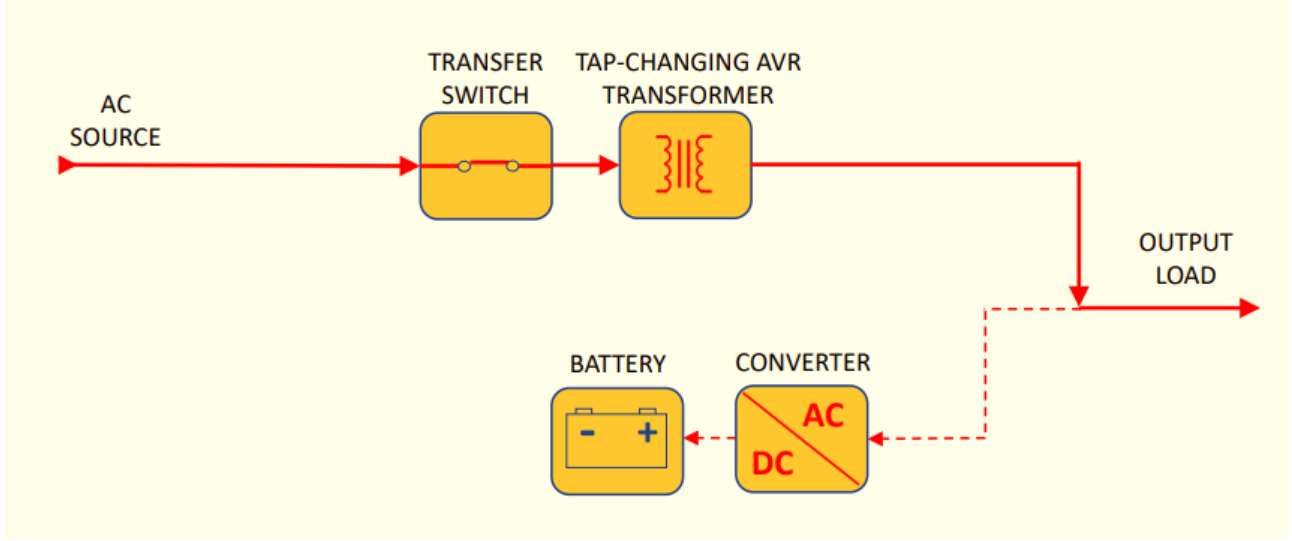
Normal mode – standby UPS topology

وحدات إمدادات الطاقة غير المنقطعة Line interactive UPS

تُستخدم وحدات UPS التفاعلية Line بشكل شائع لحماية كميات صغيرة من الخوادم المهمة ومعدات الشبكات المرتبطة بها. كما هو موضح في الرسم التالي، فإن محول الطاقة من البطارية إلى التيار المتردد (العاكس) متصل دائماً بمخرج UPS. تشغيل العاكس في الاتجاه المعاكس خلال الأوقات التي تكون فيها طاقة التيار المتردد المدخلة طبيعية يوفر شحن البطارية.

عندما تنقطع طاقة الإدخال، يفتح مفتاح النقل وتتدفق الطاقة من البطارية إلى مخرج UPS. مع تشغيل العاكس دائماً وتوصيله بالإخراج، يوفر هذا التصميم ترشيحاً إضافياً ويؤدي إلى تقليل فترات التحويل العابرة عند مقارنتها بطوبولوجيا UPS الاحتياطية بالإضافة إلى ذلك، يشتمل التصميم التفاعلي للخط عادةً على محول AVR متغير taps وهذا يضيف تنظيم الجهد عن طريق ضبط taps المحولات مع اختلاف جهد الدخل

يعد تنظيم الجهد ميزة مهمة عند وجود ظروف الجهد المنخفض، وإلا فسيتم نقل UPS إلى البطارية ومن ثم إيقاف الحمل في النهاية. قد يؤدي هذا الاستخدام المتكرر للبطارية إلى فشل البطارية مبكراً. ومع ذلك، يمكن أيضاً تصميم العاكس بحيث يظل فشله يسمح بتدفق الطاقة من مصدر طاقة دخل التيار المتردد إلى الحمل، مما يلغي احتمال حدوث فشل في نقطة واحدة ويوفر بشكل فعال مسارين مستقلين للطاقة. التكلفة المنخفضة، الحجم الصغير، أشكال موجة الإخراج الجيبية، الكفاءة العالية، والموثوقية العالية إلى جانب القدرة على تصحيح ظروف جهد الخط المنخفض أو العالي تجعل هذا النوع السائد من UPS في نطاق الطاقة 0.5-5 كيلو فولت أمبير.



Normal mode – line interactive UPS topology

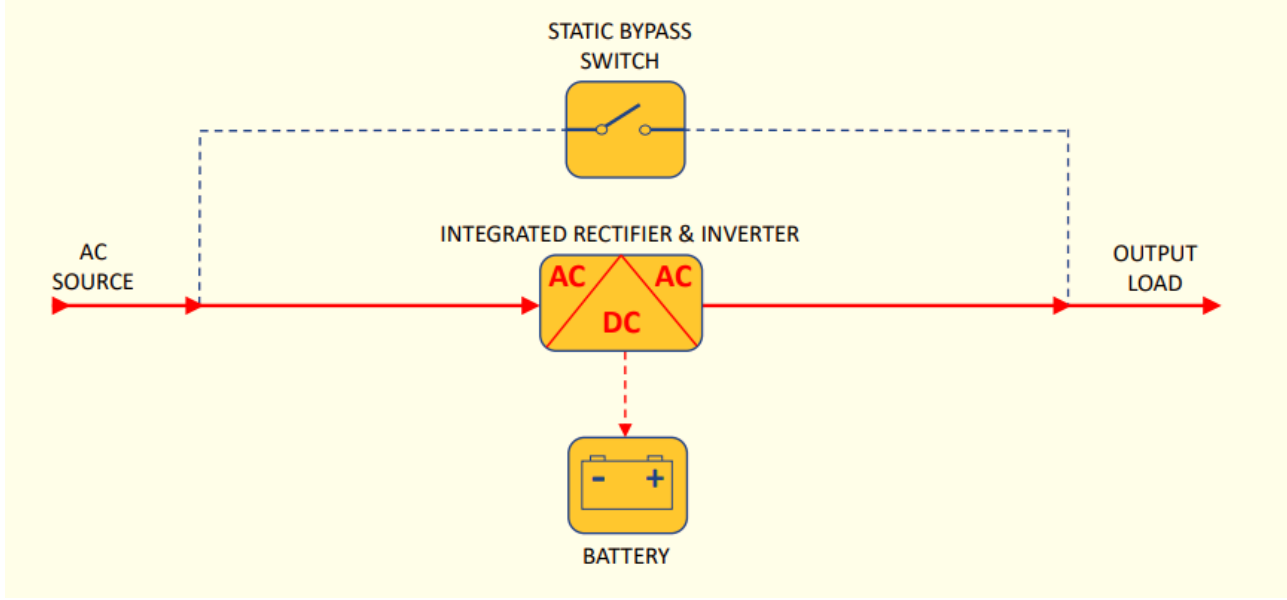
وحدات إمدادات الطاقة غير المنقطعة Hybrid conversion on-line UPS

التحويل الهجين هو تقنية جديدة نسبياً تهدف إلى توفير كثافة أعلى من التحويل المزدوج مع توفير أداء كهربائي مماثل إنه مثالي لحماية كميات صغيرة من الخوادم الحساسة ومعدات الشبكات المرتبطة بها يوجد لديه ثلاثة أوضاع للتشغيل بما في ذلك الوضع العادي **on-line**، والوضع العادي الالتفافي، ووضع البطارية. تصف الأقسام الفرعية التالية كل وضع تشغيل فيما يتعلق بتدفق الطاقة وخصائص النقل وأداء مخرجات IEC

الوضع العادي On-line normal mode

يشبه هذا التكوين نظام UPS للتحويل المزدوج Double conversion on-line UPS، فيما عدا أن مسار الطاقة إلى الحمل يتدفق من خلال محول هجين (أي مقوم وعاكس متكامل) بدلاً من مقوم وعاكس منفصلين. يوفر هذا التصميم المتكامل تنظيمًا للجهد مع إمكانية تنظيم التردد للمقايضة لصالح تقليل كمية المكونات. عندما تفشل طاقة الإدخال، يتم إيقاف تشغيل جزء المقوم من المحول الهجين ويقوم العاكس بسحب الطاقة من البطارية لتزويد الحمل. نظرًا لأن مسار الطاقة لا يتغير، ولا تعمل أي مفاتيح، مما يؤدي إلى عدم انقطاع طاقة الحمل (أي وقت نقل قدره 0 مللي ثانية). باستثناء الافتقار إلى تنظيم التردد، فإن hybrid conversion UPS

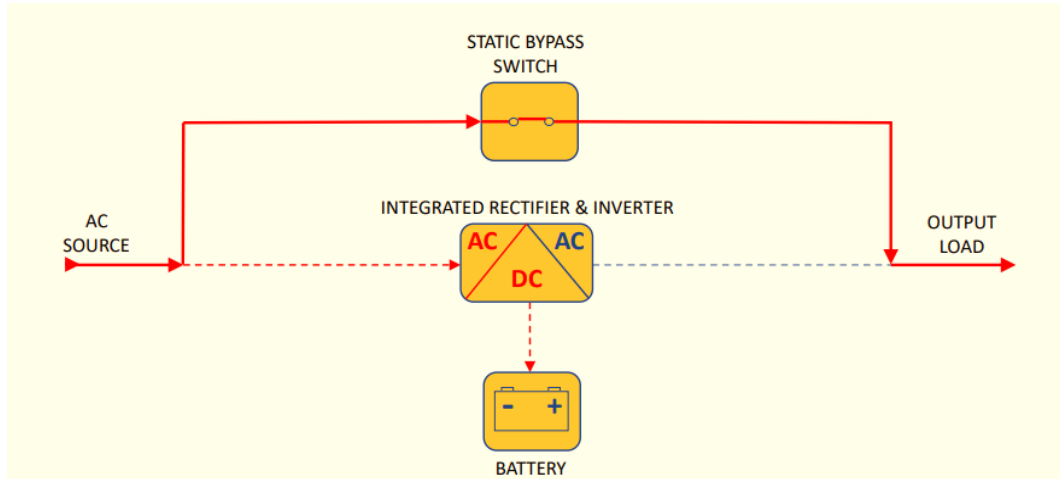
يوفر أداءً مثاليًا تقريبًا للإخراج الكهربائي. إنه يسحب تيارًا جيبياً من مصدر طاقة دخل التيار المتردد، ويوفر تشويهاً منخفضاً وسعة اسمية وجهذاً جيبياً للحمل.



On-line normal mode – hybrid conversion on-line UPS topology

الوضع العادي الالتفافي Bypass normal mode

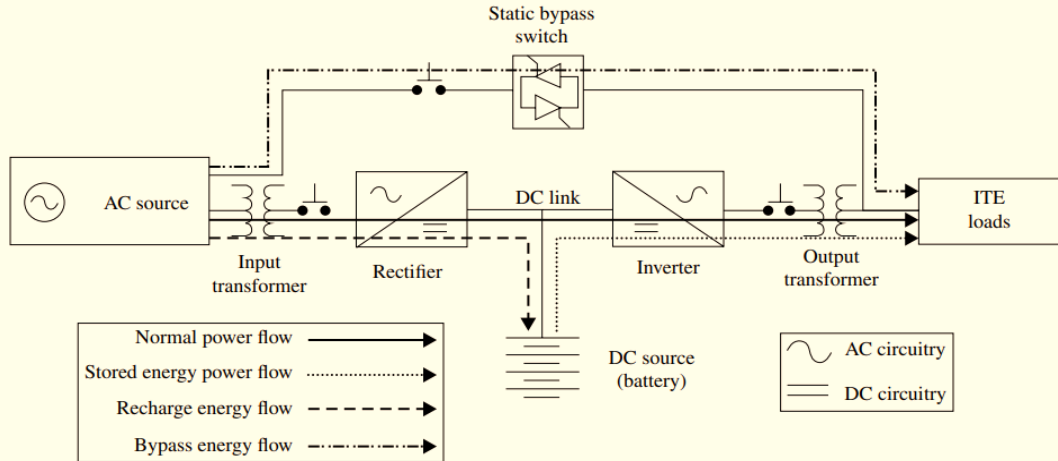
يوضح الرسم التالي أنه في وضع التجاوز العادي، يكون مسار الطاقة إلى الحمل من خلال مفتاح الالتفافية الثابت، ويعمل جزء المقوم في المحول الهجين فقط بطاقة منخفضة لشحن البطارية وإبقاء العاكس جاهزاً لتشغيل الحمل . يؤدي ذلك إلى تحسين كفاءة UPS وإطالة عمر الخدمة، وذلك بسبب انخفاض الحرارة وضغوط المكونات. عند انقطاع التيار الكهربائي، يتم فتح مفتاح الالتفافية الثابتة، ويقوم العاكس بسحب الطاقة من البطارية لتزويد الحمل



Bypass normal mode – hybrid conversion on-line UPS topology

وحدات إمدادات الطاقة غير المنقطع تحويل مزدوج Double Conversion

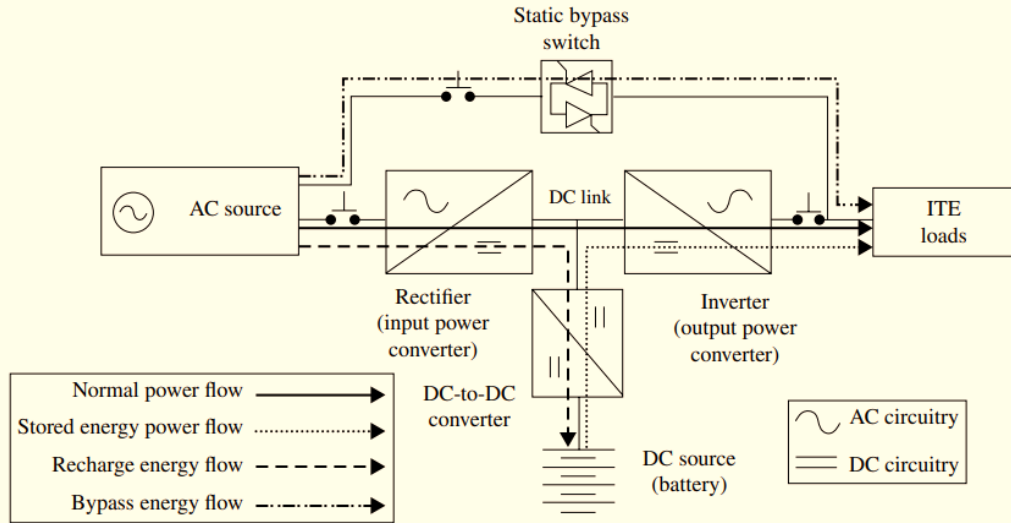
التحويل المزدوج هو أحد أقدم التحويلات الطوبولوجيا، التي كانت متاحة منذ أكثر من 40 عامًا، تستخدم عادة في نوعية طاقة التيار المتردد الحرجة للغاية أو السيئة البيئات. منذ النظام يعزل الأداة المساعدة الواردة التيار المتردد من التيار المتردد المولد حديثًا من عاكس الأنظمة، لقد كانوا يعتبرون دائمًا أقصى درجات الحماية. ومع ذلك، فإن هذا المستوى من الحماية يأتي بثمن: أعلى التكلفة وانخفاض الكفاءة التشغيلية



تعد وحدات ال UPS التحويل المزدوجة هي النوع الأكثر شيوعًا الذي يزيد عن 10 كيلو فولت أمبير، ويتم استخدامها بشكل شائع لحماية كميات كبيرة من الخوادم المهمة وعمر التخزين ومعدات الشبكات المرتبطة بها. تحتوي أجهزة ال UPS ذات التحويل المزدوج على وضعين للتشغيل (على سبيل المثال، الوضع العادي ووضع البطارية)، وغالبًا ما تحتوي وحدات ال UPS ذات التحويل المزدوج على وضع أو وضعين عاديين إضافيين؛ تجاوز الوضع العادي عالي الكفاءة high-efficiency bypass normal mode و/أو تجاوز الوضع العادي PFC (Power Factor Corrected) عالي الكفاءة. تصف الأقسام الفرعية التالية كل وضع تشغيل فيما يتعلق بتدفق الطاقة وخصائص النقل وأداء خرج IEC.

الأنظمة الخالية من المحولات بدءًا من التسعينيات، بدأت شركات التصنيع في تصنيع أنظمة ال UPS ذات طاقة أعلى باستخدام تصميم خالٍ من المحولات كانت بعض فوائد هذه التصميمات هي الاستجابة الديناميكية الأفضل، والحجم والوزن المادي الأصغر، والتكلفة الأفضل قليلاً، وفي تصميمات بعض الشركات المصنعة، الكفاءة الأعلى. لم تكن التصميمات الخالية من المحولات ممكنة إلا بسبب توفر محولات PWM والمقومات الترانزستورية أو "النشيط"، والتي استبدلت SCRs بترانزستورات IGBT. تتميز هذه التصميمات بـ iTHD منخفض (<4%)، ويتم تحقيقه دون الحاجة إلى محول الإدخال، ومرشح الإدخال منخفض التوافق، مما يوفر التكلفة والتعقيد بشكل كبير. بالإضافة إلى ذلك، فإن معدلات التحويل الأسرع والتقييمات الحالية الأعلى المتوفرة مع IGBTs للطاقة الحديثة تسمح لعاكس ومقوم ال UPS بالاستجابة الفورية للعبء والأخطاء. وهذا يعني أن "الممانعة العازلة" التي

توفرها محولات الإدخال والإخراج في تصميمات UPS القديمة لم تعد مطلوبة. ومرة أخرى، يستفيد المستخدم من الوزن الأقل والمساحة الأصغر وكفاءة التشغيل الأفضل

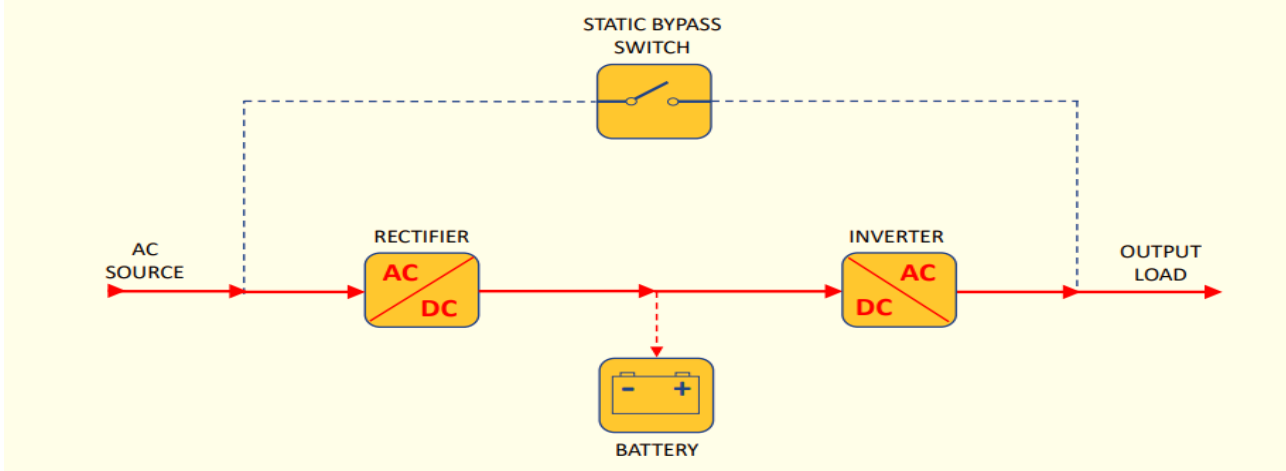


Basic transformer less double-conversion UPS power flow drawing

الوضع العادي On-line normal mode

يشبه مخطط ال UPS للتحويل المزدوج الموضح في الشكل التالي مخطط standby UPS ، باستثناء أن مسار الطاقة إلى الحمل يكون من خلال مقوم PFC والعاكس بدلاً من مفتاح النقل الذي يتم تغذيته من مصدر طاقة دخل التيار المتردد . عندما تنقطع طاقة الإدخال، يتم إيقاف تشغيل المقوم ويقوم العاكس بسحب الطاقة من البطارية لتزويد الحمل. نظرًا لأن مسار الطاقة لا يتغير، ولا تعمل أي مفاتيح، مما يؤدي إلى عدم انقطاع طاقة الحمل (أي وقت نقل قدره 0 مللي ثانية).

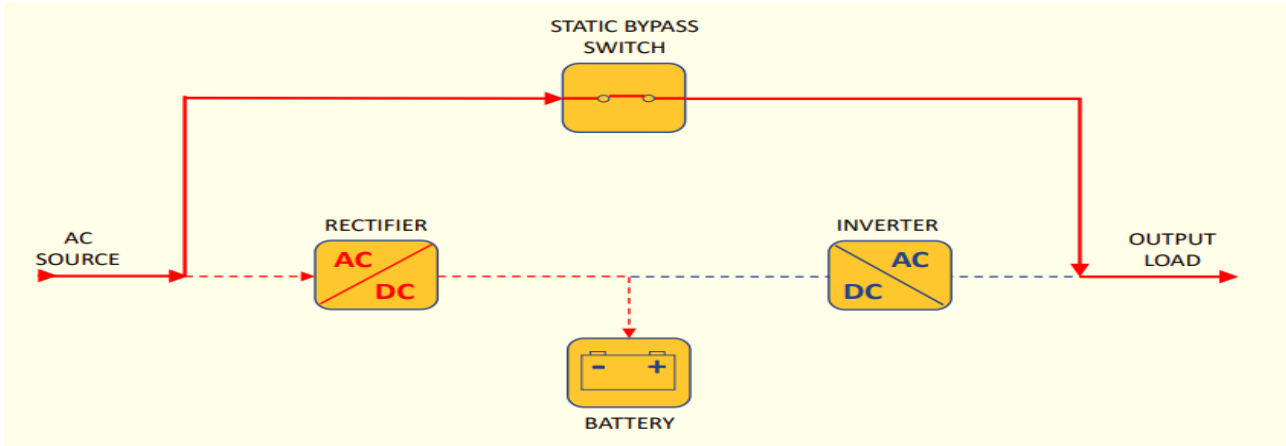
يوفر UPS التحويل المزدوج الذي يعمل في الوضع العادي On-line أداءً مثاليًا تقريبًا للإخراج الكهربائي. إنه يسحب تيارًا جيبيًا من مصدر طاقة دخل التيار المتردد، ويوفر تشويهاً منخفضاً وسعة اسمية وترددًا وجهدًا جيبيًا للحمل.



On-line normal mode – double conversion on-line UPS topology

الوضع العادي الالتفافي Bypass normal mode

يوضح الرسم التالي أنه في وضع التجاوز العادي، يكون مسار الطاقة إلى الحمل من خلال static bypass مفتاح الالتفافية الثابت، ويعمل المقوم rectifier فقط بطاقة منخفضة لشحن البطارية، ويكون العاكس في وضع الاستعداد. يؤدي ذلك إلى تحسين كفاءة UPS وإطالة عمر الخدمة، بسبب انخفاض الحرارة وضغوط المكونات. عند انقطاع التيار الكهربائي، يتم فتح مفتاح الالتفافية الثابتة، ويقوم العاكس inverter بسحب الطاقة من البطارية لتزويد الحمل.

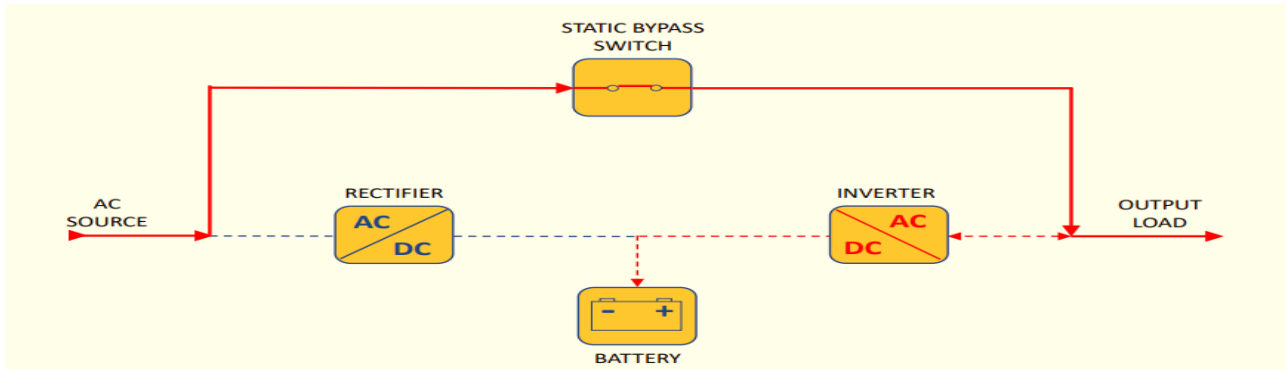


Bypass normal mode – double conversion online UPS topology

الوضع العادي الالتفافي PFC bypass normal mode

على غرار standard bypass normal mode، فإن مسار الطاقة الأساسي في الوضع العادي لتجاوز PFC يكون من خلال المسار الالتفافي. ومع ذلك، كما يوضح الرسم التالي يظل العاكس على الخط مما يوفر التيار المطلوب لضمان إدخال التيار المتردد يرى مصدر الطاقة التيار الجيبي فقط مع عامل الطاقة العالي. يعمل

الوضع العادي لتجاوز PFC على التخلص من العيوب الأساسية standard bypass normal mode عن طريق تقليل وقت النقل إلى 0 مللي ثانية وتوفير تيار إدخال PFC مع تحقيق نفس الكفاءة تقريباً.

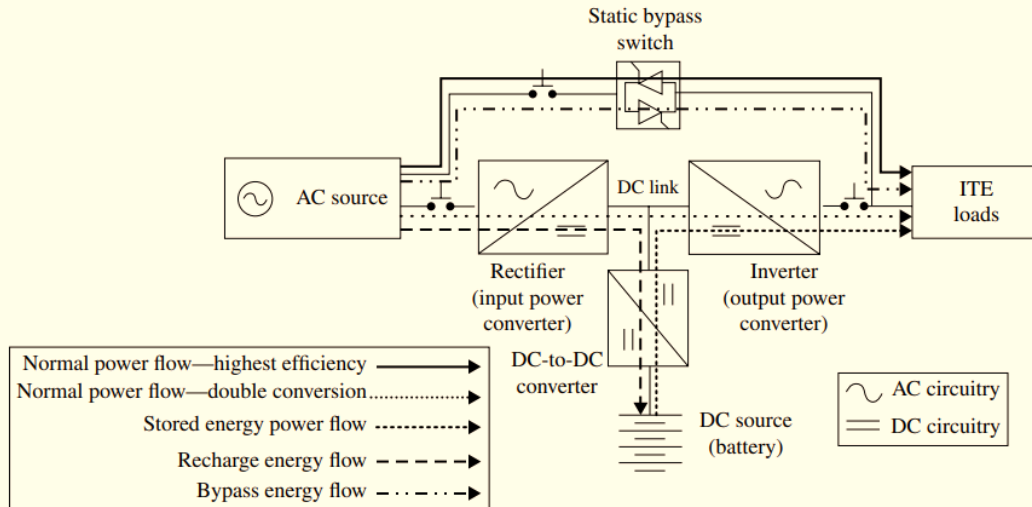


PFC bypass normal mode – double conversion on-line UPS topology

وحدات ال UPS متعدد الأوضاع Multimode UPS

لقد نشأ ال UPS متعدد الأوضاع بسبب المخاوف المتعلقة بارتفاع تكاليف طاقة التيار المتردد والحاجة إلى رفع كفاءة تشغيل النظام مع الاستمرار في توفير طاقة احتياطية موثوقة للغاية. يستخدم ال UPS متعدد الأوضاع أوضاع التشغيل الموجودة في LI و UPS الاحتياطية، بالإضافة إلى UPS التحويل المزدوج. السبب وراء قيام UPS متعدد الأوضاع بذلك هو تحسين الكفاءة التشغيلية بشكل كبير. في الوضع العادي للتشغيل، عندما تكون الأداة ضمن نطاق تحمل جهد الخرج للأحمال، يظل المفتاح الثابت مغلقاً، مما يغذي الأحمال من الأداة المساعدة. عند حدوث انحراف في الجهد خارج حد الجهد المقبول، تقوم وحدة UPS على الفور بفتح المفتاح الثابت وتشغيل أجهزة الطاقة لإنشاء شكل موجة تيار متردد جديد من مصدر UPS DC، إما المقوم إذا كان جهد الخدمة لا يزال موجوداً أو بطارية UPS .

توفر أكثر هذه الأنظمة تقدماً كفاءة تزيد عن 99% بينما توفر أوقات نقل أقل من 2 مللي ثانية يتم فقدان قوة المرافق. إن الأوضاع عالية الكفاءة في أنظمة التحويل المزدوج ليست شيئاً جديداً. في الماضي، كانت بعض أنظمة التحويل المزدوج تشتمل على وضع عالي الكفاءة؛ ومع ذلك، فقد كانوا عادةً عرضة للعديد من مشكلات الأداء، لذا لم يتم استخدام الميزة. تضمنت المشكلات المتعلقة بالتشغيل عالي الكفاءة أوقات نقل غير متسقة إلى البطارية في حالة فقدان الأداة المساعدة،



ملخص الخصائص النموذجية لأنواع UPS الأربعة

	Practical Power Range (kVA)	Voltage Conditioning	Cost per VA	Efficiency	Inverter always operating
Standby	0 - 0.5	Low	Low	Very High	No
Line Interactive	0.5 - 5	Design Dependent	Medium	Very High	Design Dependent
Standby Ferro	3 - 15	High	High	Low - Medium	No
Double Conversion On-Line	5 - 5000	High	Medium	Low - Medium	Yes
Delta Conversion On-Line	5 - 5000	High	Medium	High	Yes

UPS Type	Standby	Line Interactive	Hybrid Conversion On-line		Double Conversion On-line				
Operating Mode	Normal	Normal	Normal	Bypass	Normal	Bypass	Normal	PFC Bypass	Bypass
Typical power range	0.2 – 2 kVA	0.5 – 5 kVA	1 – 3 kVA		1 – 10 kVA		10 – 1500 kVA		
Cost per VA*	Low	Medium	High		High		High		
Power density	Very High	Medium	High		High		High		
Service life	Short	Medium	Long		Long		Very Long		
Load criticality	Low	Medium	High		High		Very High		
Efficiency	Very High	Very High	Medium	High	Medium	High	Medium	Very High	
Inverter on-line	No	Depends**	Yes	No	Yes	No	Yes		No
Power factor corrected input current	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes		No
Output voltage window	Wide	Wide	Narrow	Wide	Narrow	Wide	Narrow	Wide	
Output frequency window	Wide	Wide	Wide		Narrow		Narrow		
Inverter waveform	Square, Step-sine	Step-sine, Sine	Sine		Sine		Sine		
Transfer time	<10 ms	<10 ms	0 ms	<10 ms	0 ms	<10 ms	0 ms	0 ms	<10 ms
IEC classification	VFD-SY-33, VFD-SX-33	VI-SX-31, VI-SS-31	VI-SS-11	VFD-SS-31	VFI-SS-11	VFD-SS-31	VFI-SS-11	VFD-SS-11	VFD-SS-31

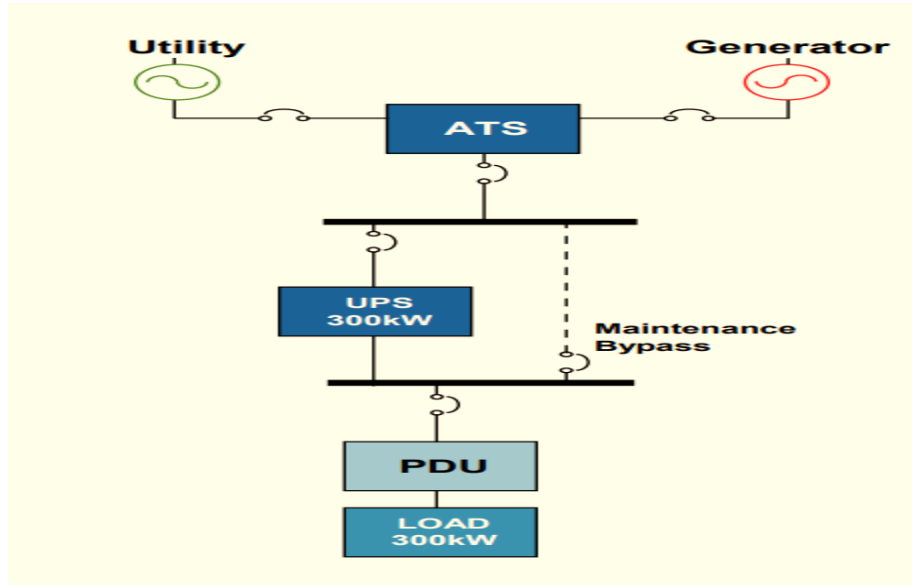
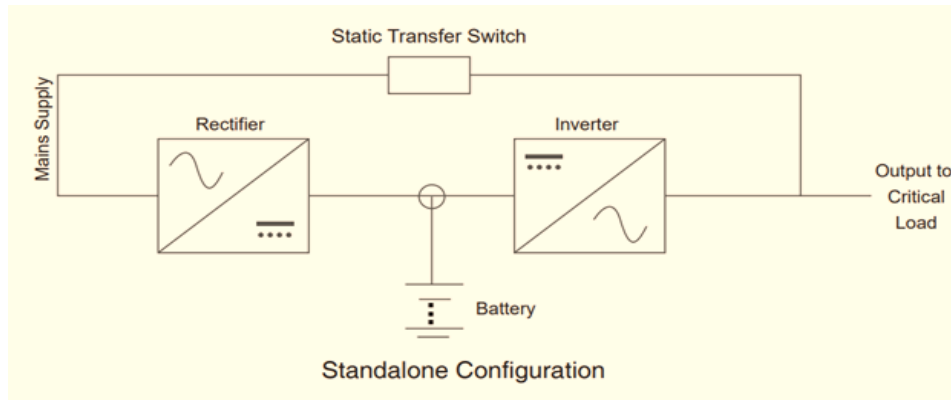
التكوينات الأساسية لوحدة إمدادات الطاقة الغير منقطعة UPS

تحتوي أنظمة UPS على خمسة تكوينات مشهورة

أولاً: تكوين النظام "N"

يتم وضع معظم تكوينات النظام "N"، خاصة أقل من 100 كيلوواط، في المباني دون أي اهتمام خاص بتكوين الأنظمة الكهربائية العامة في المبنى.

بشكل عام، تم تصميم الأنظمة الكهربائية للمباني بتكوين "N"، لذا فإن تكوين "N" UPS لا يتطلب أكثر من ذلك لتغذيتها يظهر الشكل التالي تكوين نظام UPS أحادي الوحدة الشائع



عيوب التصميم "N"

- محدودية التوفر في حالة تعطل وحدة UPS
- أثناء صيانة ال UPS أو البطاريات يتعرض الحمل لطاقة غير محمية (عادةً ما يتم ذلك مرة واحدة على الأقل سنويًا لمدة نموذجية تتراوح من 2 إلى 4 ساعات)
- يؤدي عدم وجود تكرار إلى الحد من حماية الحمل ضد أعطال UPS
- العديد من نقاط الفشل الفردية، وهو ما يعني أن النظام يمكن الاعتماد عليه بقدر أضعف نقطة فيه

ثانياً: تكوين النظام: "N+1"

التكوين الزائد (N + 1) في العديد من مراكز البيانات، يتم استخدام المصطلح "N+1" بالتبادل مع تكوينات UPS المختلفة.

وسيلة لتحقيق المرونة التي تضمن توفر النظام في حالة فشل المكونات، تحتوي المكونات (N) على مكون احتياطي مستقل واحد على الأقل (1+) ببساطة، يشير N إلى need، و+1 يعني أن لدي قطعة احتياطية واحدة.

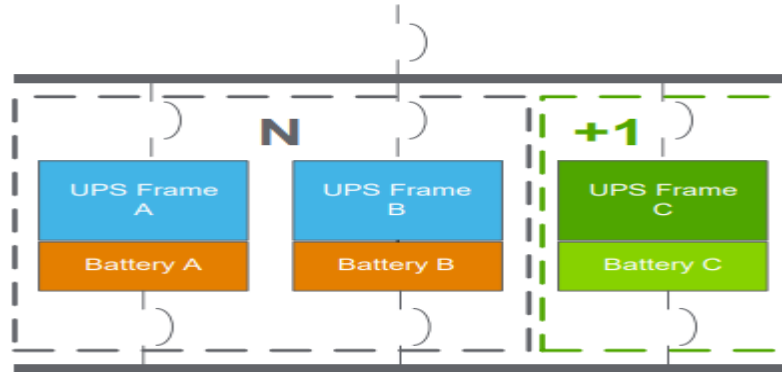
نحدد أدناه المصطلحات الأساسية لتوضيح الفرق بين ثلاثة تكوينات محددة "N+1".

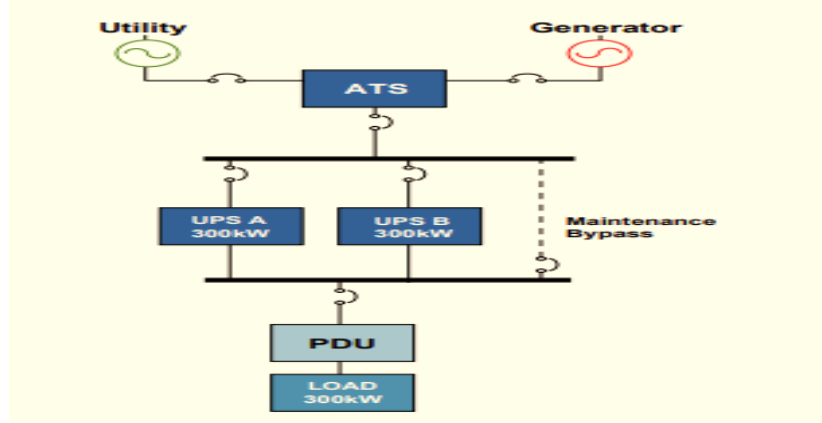
Isolated redundant:

في هذا التكوين، توجد وحدة UPS رئيسية أو "أساسية" تقوم عادة بتغذية الحمل يتطلب هذا التكوين أن تحتوي وحدة UPS الأساسية على مدخل منفصل لدائرة static bypass يقوم UPS المعزول أو "الثانوي" بتغذية static bypass لوحدة (وحدات) UPS الرئيسية ويتم تفريغها بالكامل.

Parallel redundant:

وهو يتألف من موازنة وحدات UPS متعددة بنفس الحجم على ناقل إخراج مشترك. تتطلب الأنظمة الموازية الزائدة وجود UPS

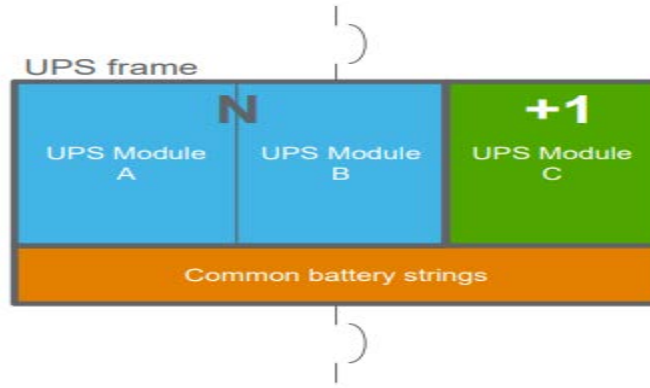




Parallel redundant (N+1) UPS configuration

Internally “modular” redundant:

هذا مصطلح جديد نحدده هنا بسبب عدم وجود تسميات مشتركة؛ في هذا التكوين، يحدث "1+" داخل إطار UPS، بشكل عام على مستوى وحدة الطاقة. في هذا التكوين، توجد لوحة الكترونية معززة مشتركة ونظام تحكم ومصنع للبطاريات.

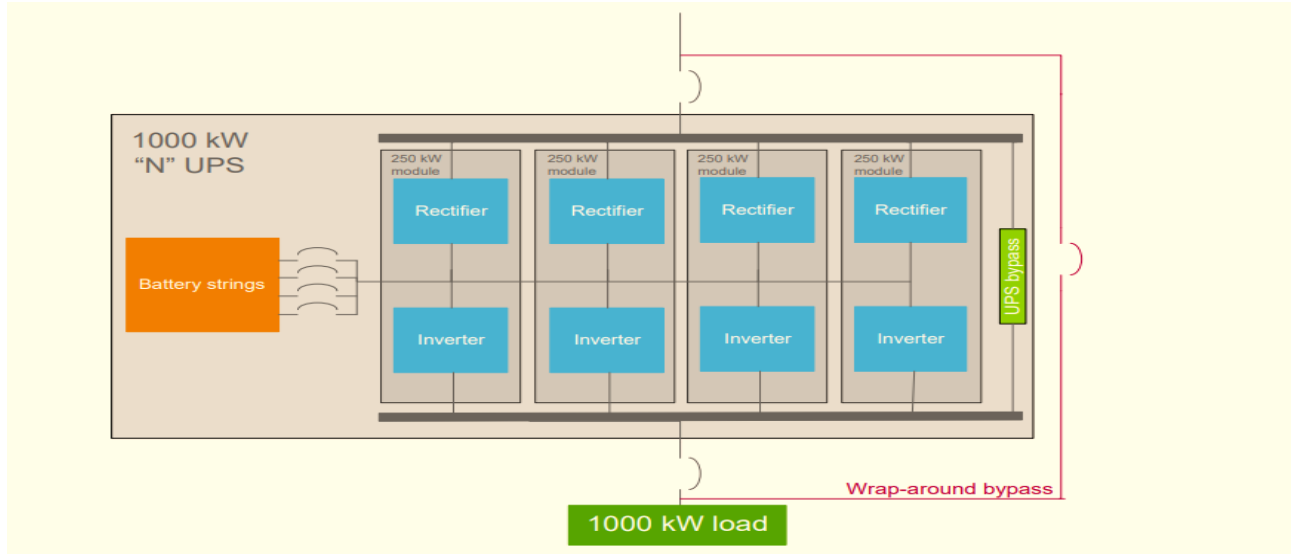


مثال على تكوين وحدة UPS بسعة 1 ميجاوات لجميع الحالات الثلاثة

- Baseline 1N configuration
- Internally “modular” redundant N+1 configuration
- Parallel redundant N+1 configuration

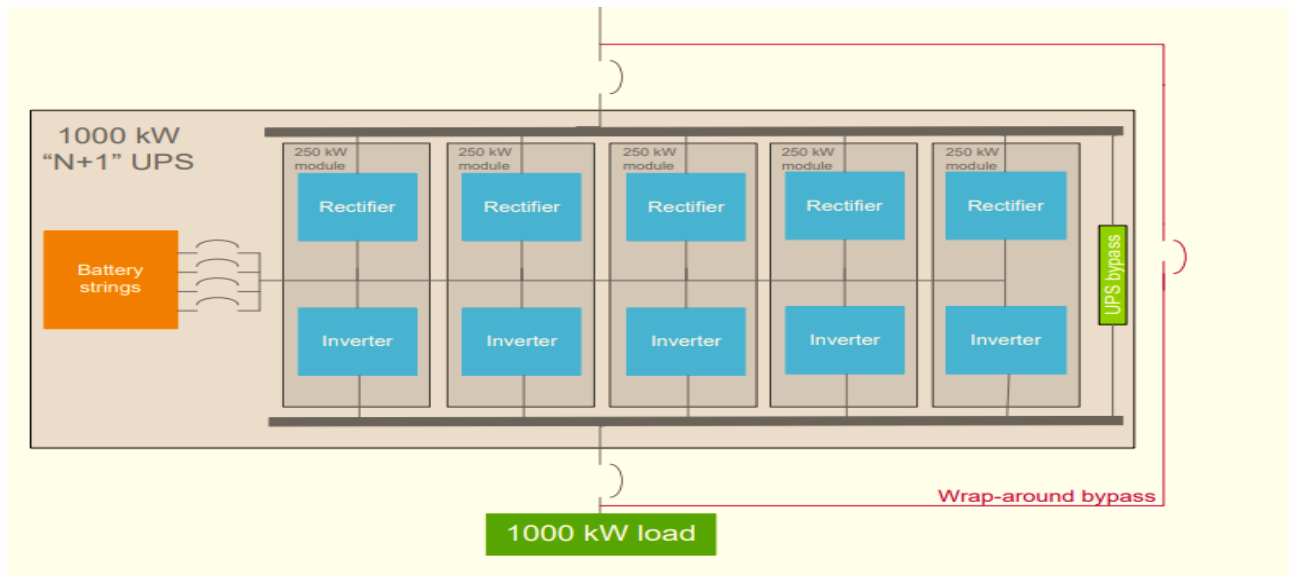
• Baseline 1N configuration

وحدة UPS واحدة بقدرة 1000 كيلووات بدون تكرار (تتكون من أربع وحدات "داخلية" بقدرة 250 كيلووات)



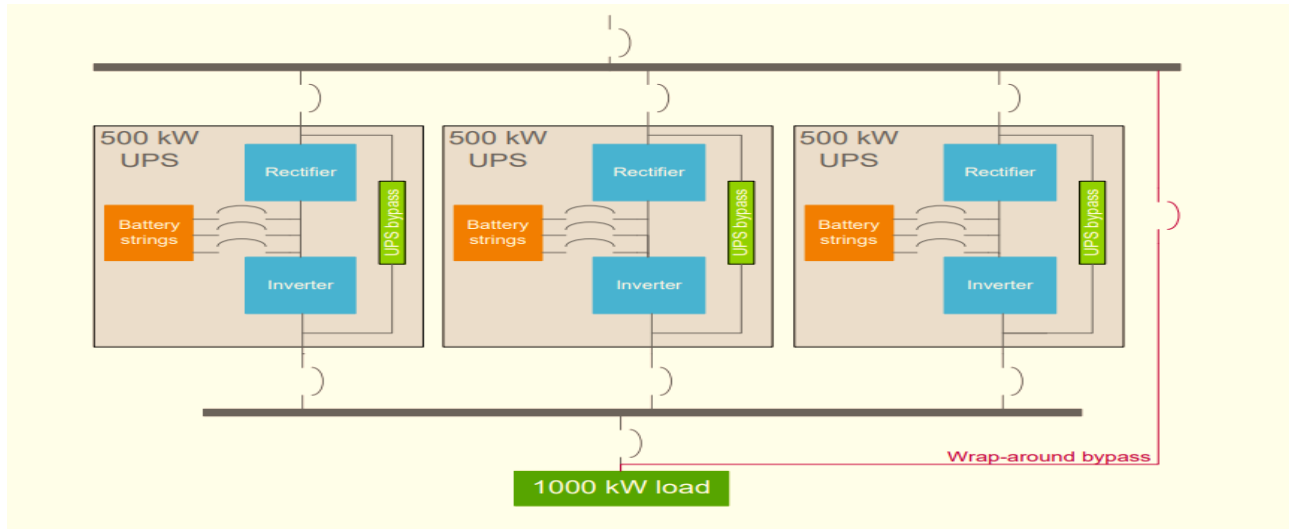
- Internally "modular" redundant N+1 configuration

وحدة UPS معيارية بقدرة 1000 كيلووات، تتكون من خمس وحدات "داخلية" بقدرة 250 كيلووات (أربع وحدات للسعة وواحدة للتكرار)



- Parallel redundant N+1 configuration

ثلاثة "إطارات UPS" بقدره 500 كيلووات تم تكوينها كتكرار متوازي (اثنان للسعة، وواحد للتكرار)

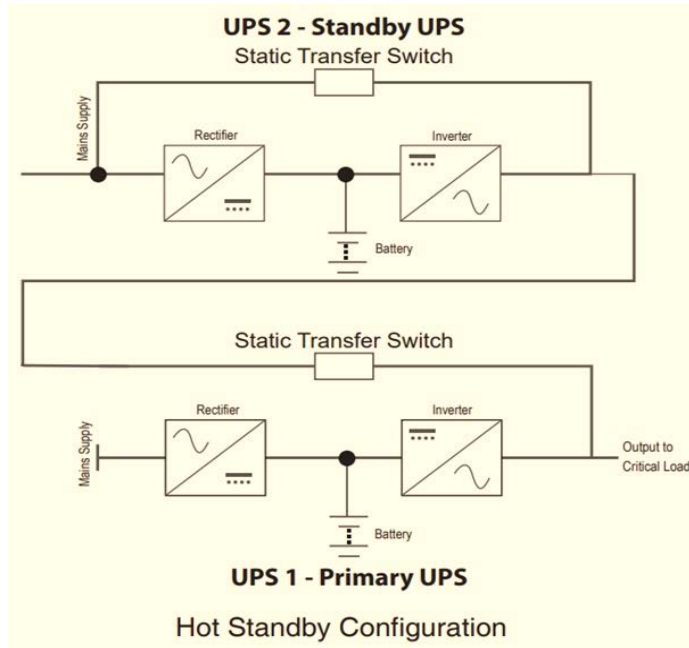


تأثير التكوينات الثلاثة على تحميل UPS

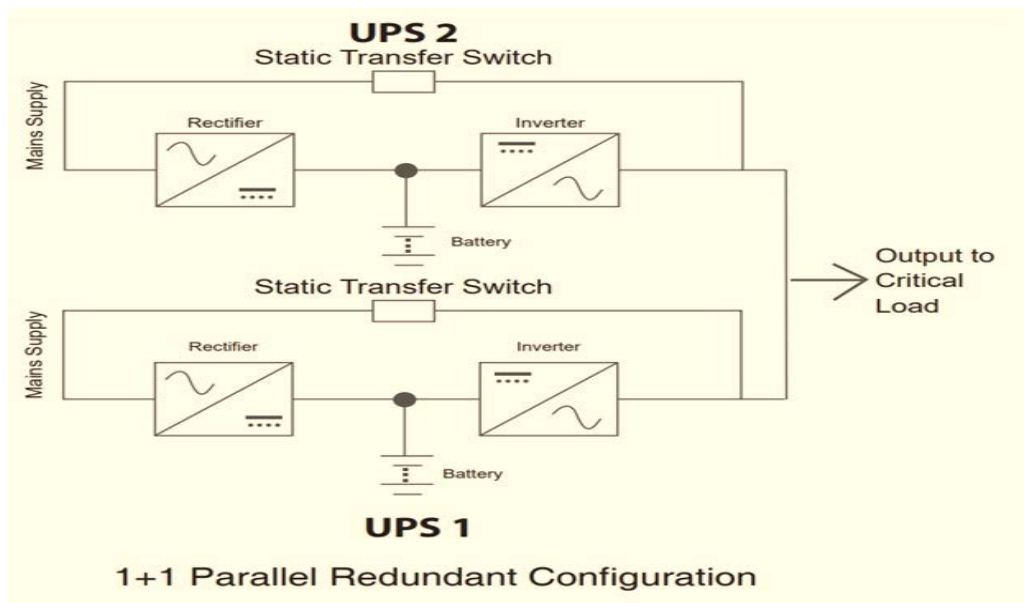
Configuration	Module (unit) capacity	System capacity	Load percentage
1N configuration	250 kW x 4	1000 kW	80%
Internally "modular" redundant	250 kW x 5	1250 kW	64%
Parallel redundant (2+1)	500 kW x 3	1500 kW	53%

التكوينات المختلفة لتصميم نظام "N+1"

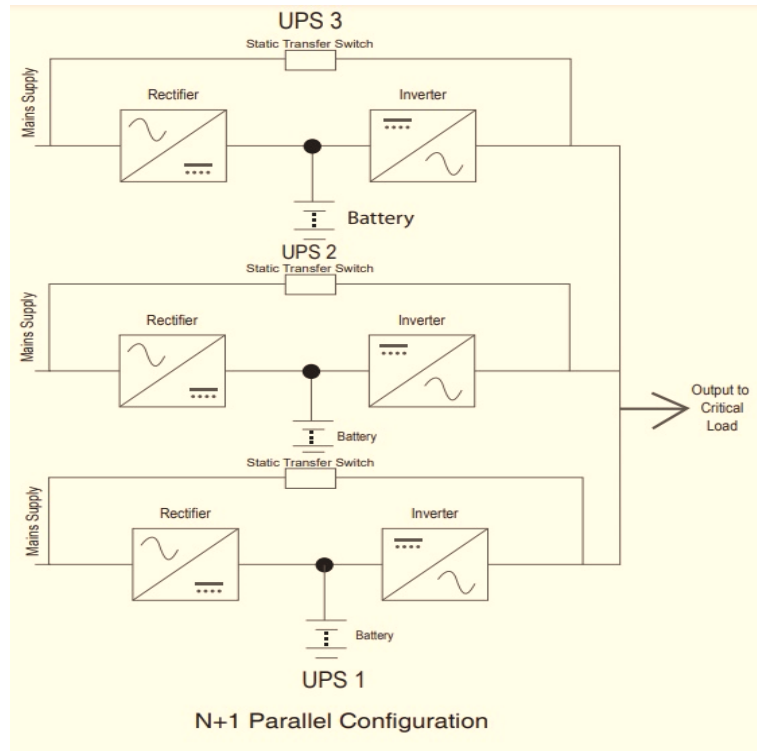
1- تكوين زائد معزول (N + 1) (N + 1) Isolated Redundant Configuration



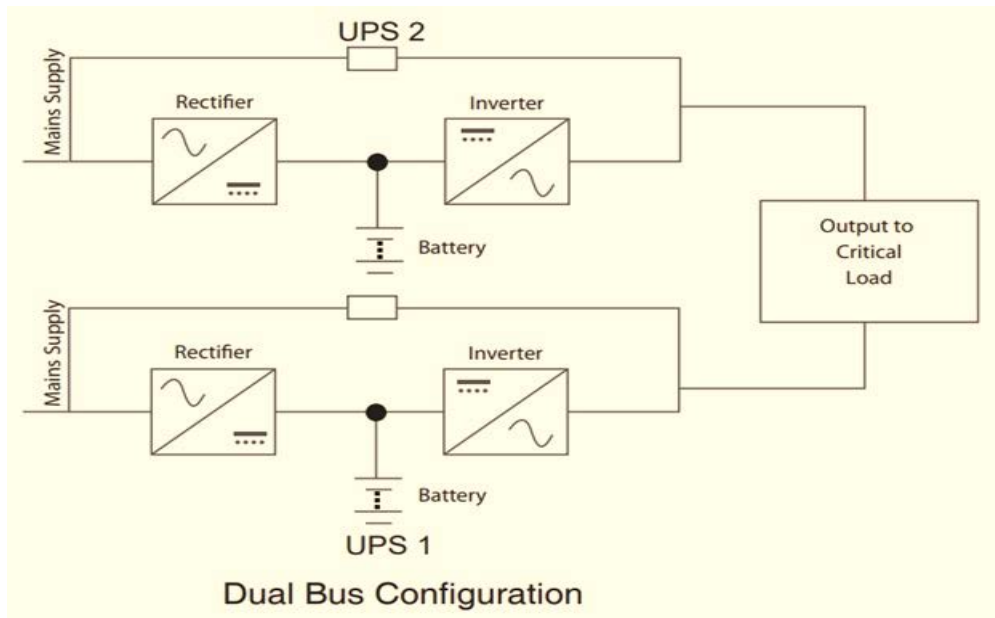
2- تكوين زائد متوازي (1+1) (1+1) Parallel Redundant Configuration



3-تكوين زائد متوازي (N +1) Parallel Redundant Configuration (N +1)



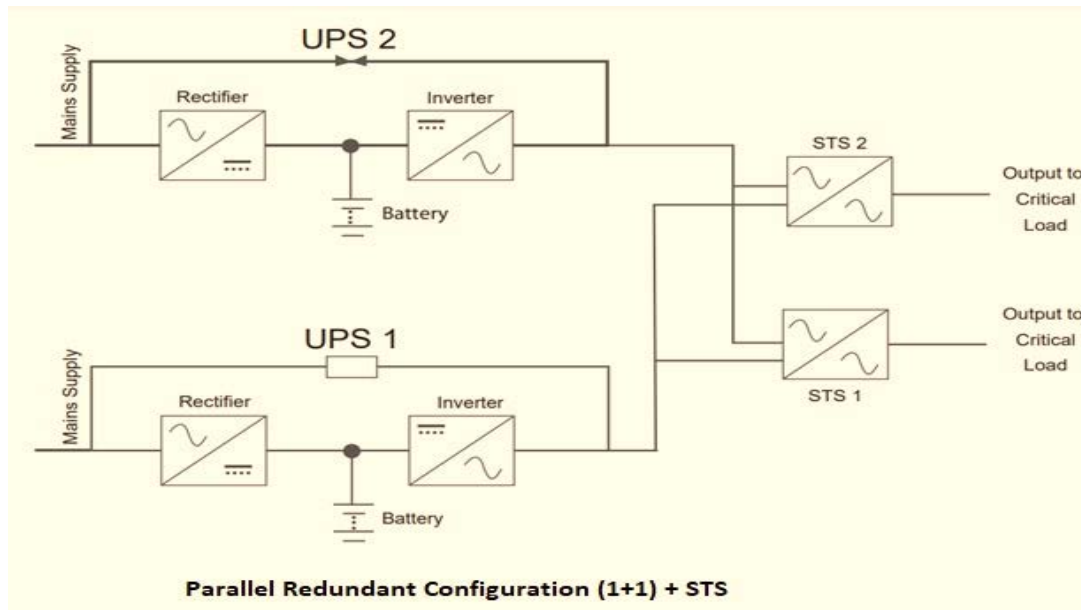
ثالثاً:- التكرار المتوازي مع تكوين ناقل مزدوج (N+1 أو 1+1)



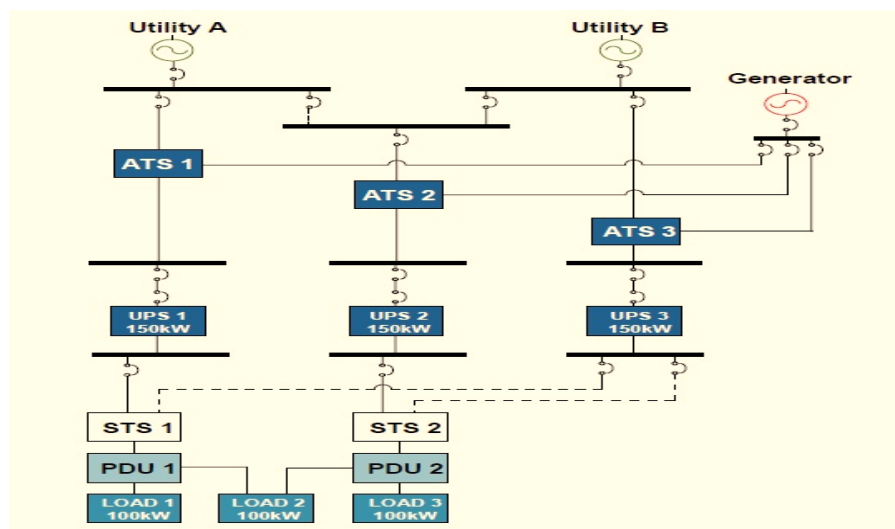
رابعاً:- التكرار المتوازي مع تكوين STS

ينقسم إلى قسمين كالتالي

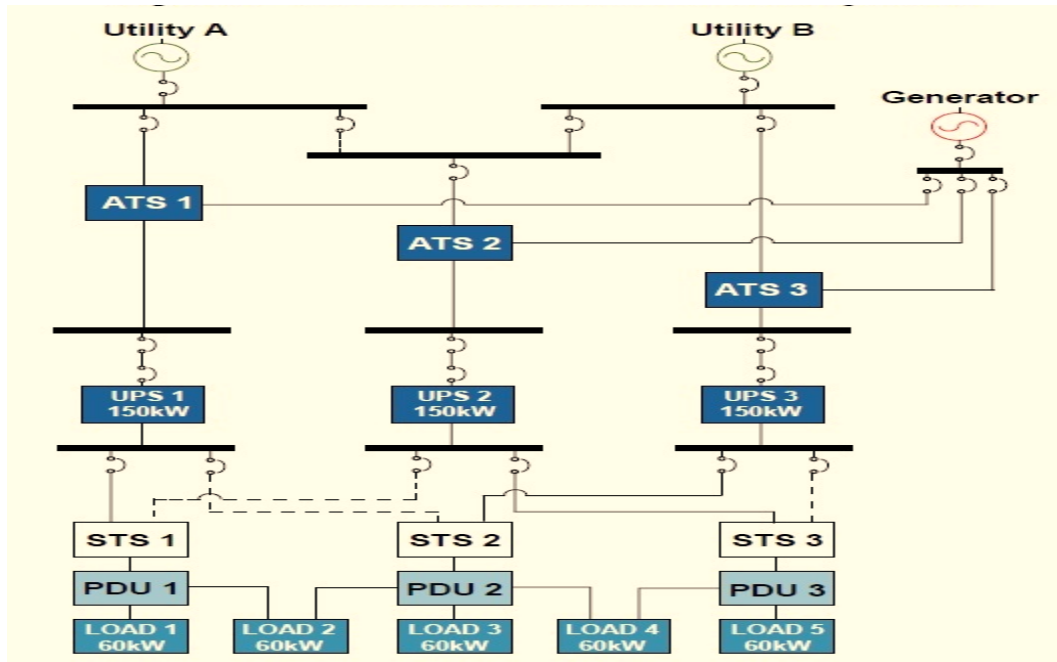
1- التكوين الزائد الموازي (1+1) + STS Parallel Redundant Configuration



2- التكوين الزائد الموازي (N+1) + STS Parallel Redundant Configuration

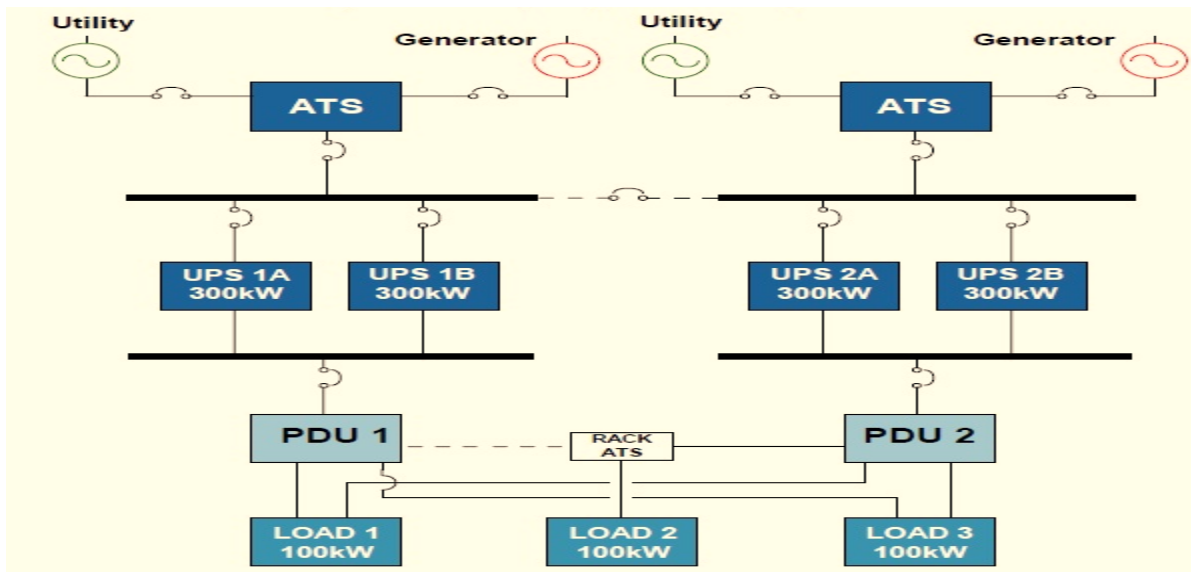


Distributed Redundant Catcher UPS Configuration



Distributed Redundant UPS Configuration

خامسا :- النظام الزائد $2(N+1)$, $2N+2$, $[(N+1) + (N+1)]$, and $2N$



$2(N+1)$ UPS Configuration

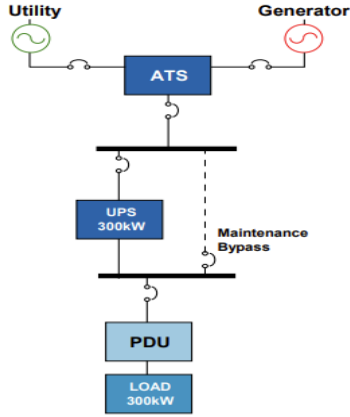
مزايا تصميم "N+1"

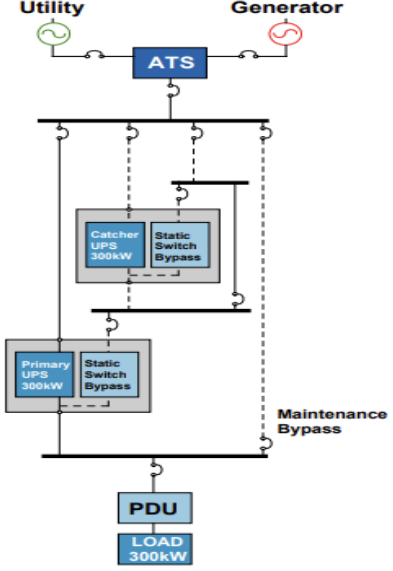
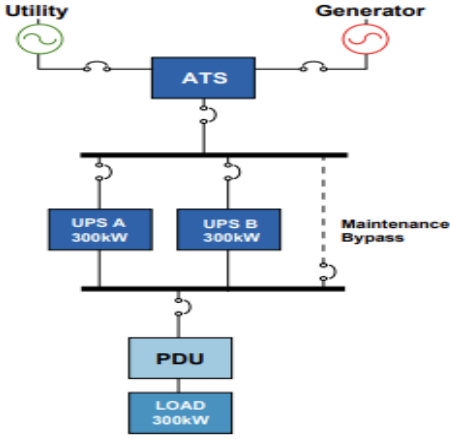
- مستوى توافر أعلى بسبب السعة الإضافية التي يمكن استخدامها في حالة تعطل إحدى وحدات UPS
- احتمالية فشل أقل مقارنة بالوحدات المتكررة المعزولة بسبب وجود قواطع أقل ولأن الوحدات متصلة طوال الوقت (لا توجد تحميلات متدرجة)
- قابلة للتوسيع في حالة نمو متطلبات الطاقة. من الممكن تكوين وحدات متعددة في نفس التثبيت
- يعتبر ترتيب الأجهزة بسيطاً من الناحية النظرية، وفعالاً من حيث التكلفة

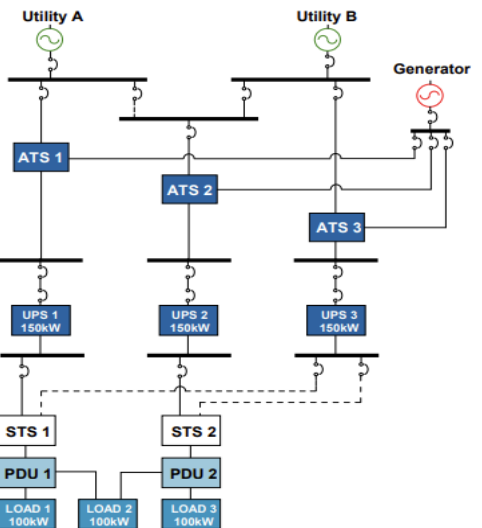
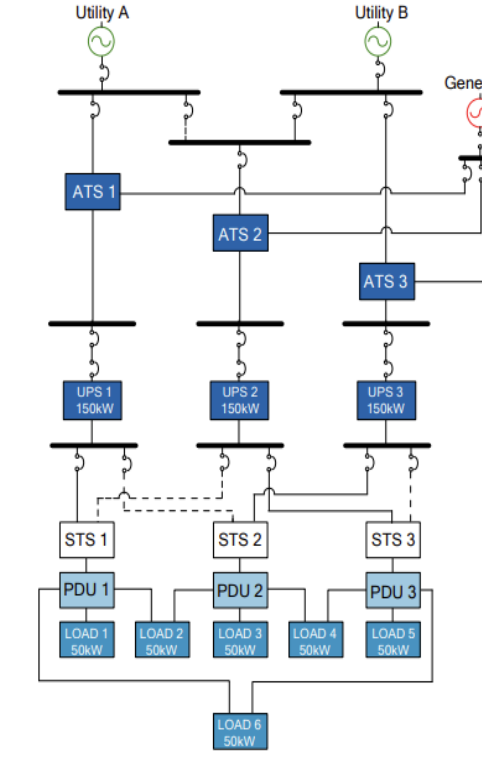
عيوب تصميم "N+1"

- يجب أن تكون كلا الوحدتين من نفس التصميم، ونفس الشركة المصنعة، ونفس التصنيف، ونفس التكنولوجيا والتكوين
- لا تزال هناك نقاط فشل فردية في أعلى وأسفل نظام UPS
- قد تتعرض الحمولة لطاقة غير محمية أثناء الصيانة إذا امتدت الخدمة إلى ما هو أبعد من وحدة UPS واحدة أو بطارياتها. إذا كانت الخدمة مطلوبة في اللوحة المتوازية فسوف يتعرض الحمل لطاقة غير محمية. انخفاض كفاءة التشغيل لأنه لا يتم استخدام أي وحدة واحدة بنسبة 100%
- ناقل تحميل واحد لكل نظام، ونقطة فشل واحدة

خلاصة التكوينات المختلفة لوحدات ال UPS المستخدمة في معظم المشاريع

التكوينات	الإستخدام التاريخي	أسباب الإستخدام	شكل التكوين
Capacity (N)	الشركات الصغيرة الشركات التي لديها مكاتب محلية متعددة الشركات التي لديها مراكز بيانات زائدة عن الحاجة جغرافياً	تقليل التكلفة المالية وتكلفة الطاقة دعم التطبيقات ذات الأهمية المنخفضة التكوين والتركيب البسيط القدرة على تنزيل التحميل للصيانة	

	<p>تحسين تحمل الخطأ مقارنة بـ "N1" القدرة على استخدام نماذج UPS المختلفة القدرة على زيادة السعة المستقبلية</p>	<p>عادةً ما تكون مراكز بيانات الشركات الصغيرة والمتوسطة أقل من 500 كيلووات من سعة تكنولوجيا المعلومات</p>	<p>Isolated redundant</p>
	<p>تحسين تحمل الخطأ مقارنة بـ "N1" القدرة على زيادة القدرة المستقبلية</p>	<p>عادةً ما تكون الشركات الصغيرة والكبير التي لديها مراكز بيانات أقل من 500 كيلووات من سعة تكنولوجيا المعلومات</p>	<p>Parallel redundant (N+1)</p>

	<p>القدرة على استخدام نماذج مختلفة من UPS القدرة على إضافة المزيد من السعة انخفاض تكلفة UPS مقابل N2</p>	<p>الشركات الكبيرة التي لديها مراكز بيانات تزيد عادة عن 1 ميجاوات من سعة تكنولوجيا المعلومات</p>	<p>Distributed redundant catcher</p>
	<p>إمكانية الصيانة المتزامنة انخفاض تكلفة UPS مقابل N2</p>	<p>المؤسسات الكبيرة التي لديها مراكز بيانات أكبر من 1 ميجا وات</p>	<p>Distributed redundant with STS</p>

	<p>انخفاض تكاليف UPS مقابل زيادة التوفير مقارنة بالتصميمات مع STS</p>	<p>لكبار مقدمي الخدمات</p>	<p>Distributed redundant without STS i.e. tri- redundant</p>
	<p>التكرار الكامل بين الجانب A & B أسهل للحفاظ على تحميل أنظمة UPS بشكل متساوٍ</p>	<p>مراكز بيانات كبيرة متعددة الميجاوات</p>	<p>System plus system 2N, 2(N+1)</p>

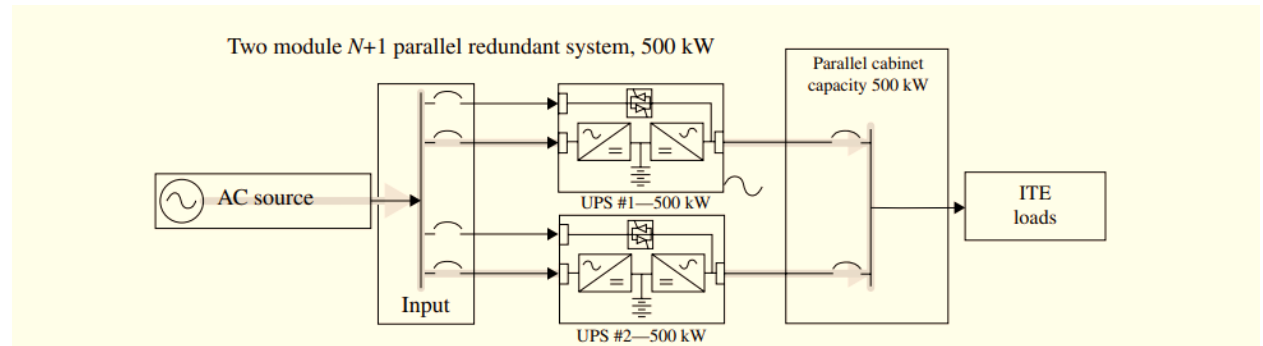
مقياس التوفر والتكلفة لتكوينات UPS

Configurations	Scale of availability	Tier class	Data center scale of cost (US\$)
Capacity (N)	1 = Lowest	Tier I	\$13,500 - \$18,000 / rack
Isolated redundant	2	Tier II	\$18,000 - \$24,000 / rack
Parallel redundant (N+1)	3		
Distributed redundant	4	Tier III	\$24,000 - \$30,000 / rack
System plus system (2N, 2N+1)	5 = Highest	Tier IV	\$ 36,000 - \$42,000 / rack

كيف تعمل تكوينات ال UPS المتوازية؟

ظاهرياً، يكون مفهوم توازي UPS للتكرار بسيطاً بما فيه الكفاية يتم ربط وحدات UPS المتعددة للعمل في انسجام تام مثل وحدة UPS كبيرة واحدة، وتقاسم الحمل الحرج فيما بينها عبر مخرج مشترك، بحيث تكون كل وحدة جاهزة لتولي المسؤولية عن أي وحدة أخرى إذا لزم الأمر في تكوين N+1 (ترتيب تكرار نموذجي)، ستكون هناك سعة احتياطية كافية لدعم الحمل في حالة عدم توفر أي وحدة واحدة .

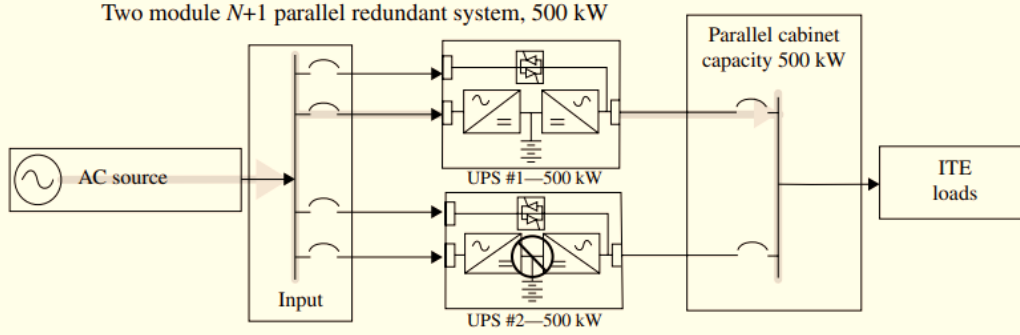
على سبيل المثال، يمكنك حماية حمل بقدرة 500 كيلو فولت أمبير عن طريق نشر نظامي UPS بقدرة 500 كيلو فولت أمبير



أو حمل 800 كيلو فولت أمبير عن طريق نشر ثلاث وحدات UPS بقدرة 400 كيلو فولت أمبير. أثناء التشغيل العادي، ستحمل كل وحدة من الوحدات الثلاث بقدرة 400 كيلو فولت أمبير ثلث إجمالي الحمولة البالغة 800 كيلو فولت أمبير. إذا خرجت إحدى الوحدات عن الاتصال، فسيكون للوحدتين المتبقيتين سعة كافية لدعم الحمل. يوضح الشكل السابق تكويناً متوازياً نموذجياً مع وحدتي UPS في التشغيل العادي، تتدفق طاقة التيار المتردد من مصدر المرافق إلى كل UPS يحتوي كل UPS على مدخلين، أو ما يعرف بالتغذية المزدوجة، حيث يدخل

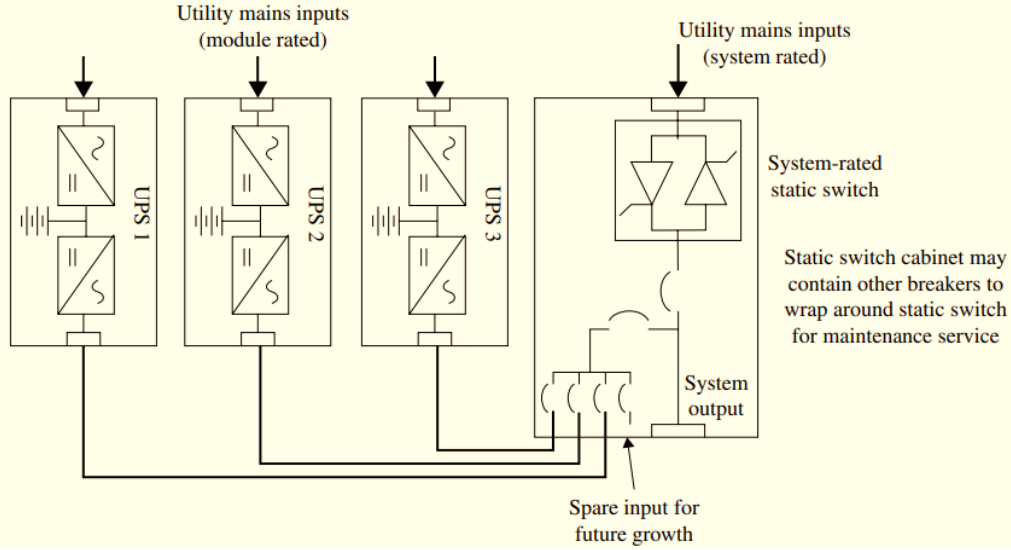
أحدهما إلى المقوم والآخر إلى (المفتاح الثابت). يقوم UPS بتحويل طاقة التيار المتردد الواردة إلى تيار مستمر ثم يعود إلى تيار متردد ثم يرسل هذه الطاقة النظيفة إلى خزانة ربط، حيث يتم دمج المخرجات من كلا UPS في مخرج واحد للأحمال المحمية.

في حالة حدوث فشل من أي نوع مع أي من وحدات UPS كالشكل التالي

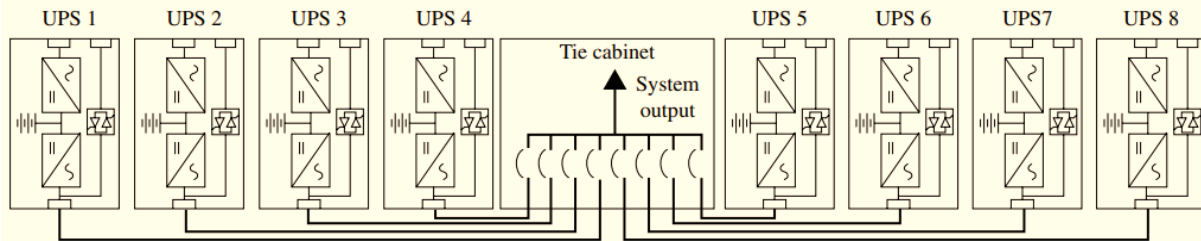


فإن الحمل الحرج لا يزال محميًا بواسطة UPS. تقوم التشخيصات الداخلية على الفور بعزل وحدة UPS المعيبة عن الناقل الحرج بينما تفترض UPS الأخرى الحمل الكامل، وتبقى في التشغيل العادي، ولا تحتاج إلى تنشيط المفتاح الثابت الداخلي للانتقال إلى وضع الالتفافية. عندما تحتفظ UPS المثبتة في تكوين متوازي بالمفاتيح الثابتة الداخلية الخاصة بها، يُقال إن التثبيت يحتوي على "distributed bypass" أثناء فشل الأداة المساعدة، يتم دعم كل وحدة UPS بواسطة نظام البطارية الخاص بها ويمكن أن تستمر في العمل لمدة دقائق أو ساعات، اعتمادًا على مقدار وقت تشغيل البطارية الذي تم توفيره، يمكنك (ويجب عليك) توفير بطارية احتياطية منفصلة لكل UPS، للحصول على حماية أكبر للطاقة الاحتياطية ومستوى أعلى من التكرار؛ ومع ذلك، في بعض الأحيان، قد لا يكون ذلك ممكنًا اقتصاديًا. لا يقتصر تكوين UPS المتوازي على وحدتي UPS، حيث يتضمن في كثير من الأحيان ما يصل إلى أربع وحدات وقد تحتوي بعض التركيبات على ثمانية وحدات أو أكثر. مع أحدث UPS المثبت على حامل والمصمم لبيئات الخوادم عالية الكثافة، لا يلزم وجود خزانة ربط قائمة بذاتها. يتم تحقيق التوازي باستخدام هيكل ناقل التوصيل والتشغيل الذي يتم تركيبه بسهولة في الجزء الخلفي من حامل تكنولوجيا المعلومات القياسي، حيث يتم أيضًا تثبيت وحدات UPS.

يحتوي التكوين الموضح في الشكل التالي على bypass cabinet واحدة بدلاً من standard tie cabinet، توفر خزانة الربط ذات الممر الجانبي المنفصل، والمفتاح الثابت الخاص بها والمصنف بالكامل من قبل النظام، طريقًا بديلًا للطاقة أثناء الفشل - وهو تجاوز تلقائي وفوري. مثل هذا الحدث سيكون نادرًا. ومع ذلك، قد يتم تنشيطه أثناء حالات الخدمة أو الإصلاح. سيتم تنشيط الالتفافية فقط إذا كانت UPS المتصلة غير قادرة على دعم الحمل في التشغيل العادي. ربما تسبب ماس كهربائي في حدوث حمل زائد غير عادي تجاوز قدرة الوحدات الثلاث معًا. سيحدد النظام العطل في الناقل الحرج وينتقل إلى الوضع الالتفافي دون أي انقطاع فعليًا



يُعرف البديل الآخر باسم النظام الموازي الالتفافي bypass parallel system في هذا النظام، تحتفظ كل وحدة UPS بمفتاحها الثابت الداخلي، وتعمل جميعها في انسجام عندما يكون الانتقال من أو إلى مصدر the bypass مطلوبًا. في هذا النوع من النظام، عندما يتم ربط العديد من وحدات UPS على التوازي، فإن الحمل الذي تدعمه بشكل جماعي سوف يتجاوز قدرة المفتاح الثابت الداخلي والدائرة الالتفافية bypass في أي UPS واحد. لذلك هناك حاجة للتأكد من أن جميع وحدات UPS تتقاسم الحمل بالتساوي، حتى عند تشغيلها بواسطة المفاتيح الثابتة الداخلية في كل UPS. كلما زاد عدد وحدات UPS المرتبطة ببعضها البعض، أصبحت الكابلات الكهربائية التي تربط الوحدات من طاقة المرافق إلى خزانة ربط الإخراج أكثر أهمية. ليس للمفاتيح الثابتة الفردية في كل UPS أي طريقة للتحكم في مشاركة الحمل، لذا فإن معاوقة المسارات الكهربائية فقط هي التي تتحكم في مقدار الحمل الذي تحمله كل UPS عندما تكون في حالة تجاوز. إذا كان إجمالي مسار الكابلات طويلًا جدًا لنظام واحد وقصيرًا جدًا لنظام آخر، فإن النظام ذو المسار الأقصر سيكون له أقل مقاومة، لذلك سيتحمل حملًا أكبر من أي نظام آخر عندما يكون في حالة تجاوز. إذا كان غير متوازن للغاية، أن UPS قد تصبح محملة بشكل زائد وتخرج عن الاتصال بسبب ارتفاع درجة الحرارة أو قد يتعطل القاطع عن الاتصال، مما يخلق تأثيرًا متتاليًا قد يتسبب في فشل بقية الأنظمة.



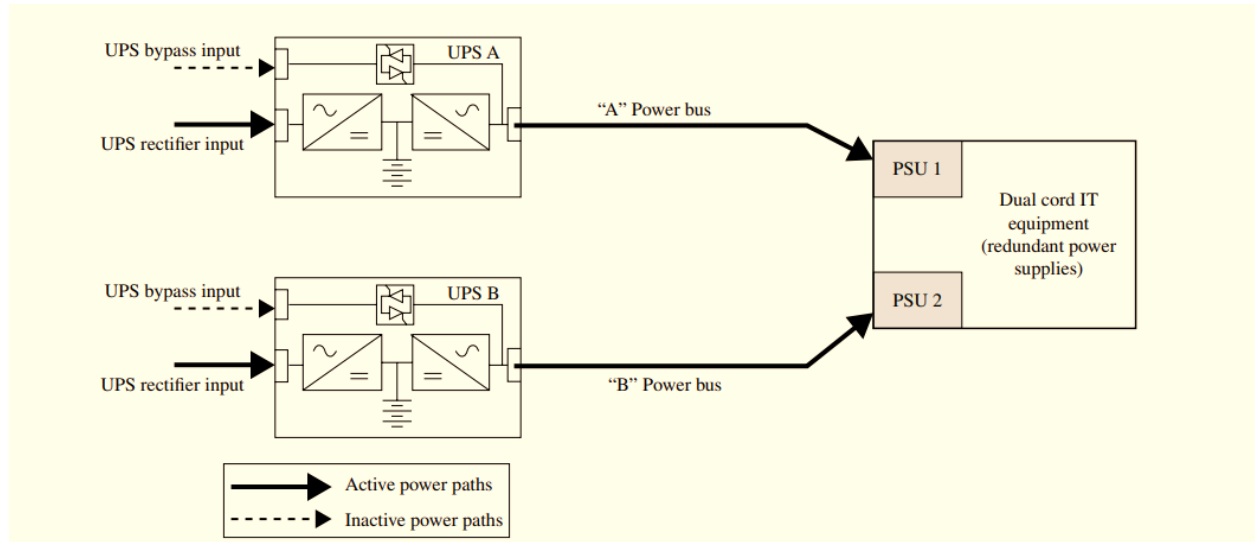
أربعة تحديات رئيسية في أنظمة UPS الموازية

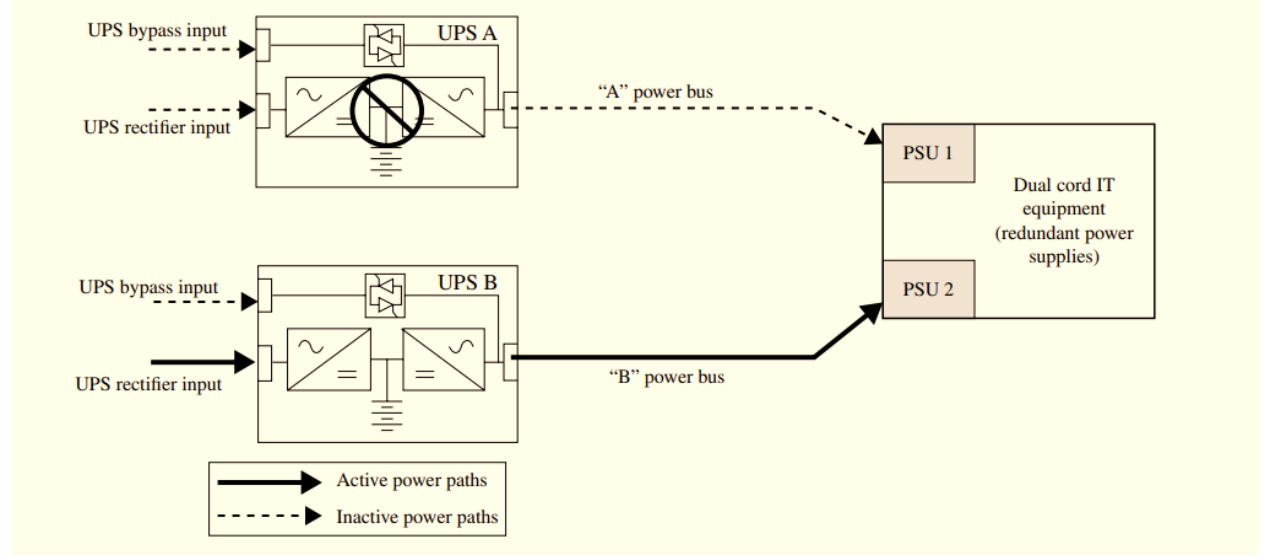
بمجرد توصيل مصادر طاقة تيار متردد متعددة في نظام موحد ومتوازي، هناك أربعة تحديات رئيسية يجب معالجتها:

1. التحكم في كيفية تعاون UPS المنفصلة كنظام موحد
 2. مزامنة مخرجات كل UPS حتى تتمكن من التدفق إلى مخرجات مشتركة
 3. موازنة الحمل بالتساوي بين جميع UPS في التكوين المتوازي
 4. في حالة حدوث مشكلة، يجب تحديد المشكلة والاتصال مؤقتاً بوحدة UPS التي تعاني من المشكلة
- يمكن أن تكون هذه المشكلات معقدة، ويجب إدارتها بطريقة لا تؤثر على الموثوقية العالية التي توارثها UPS في المقام الأول

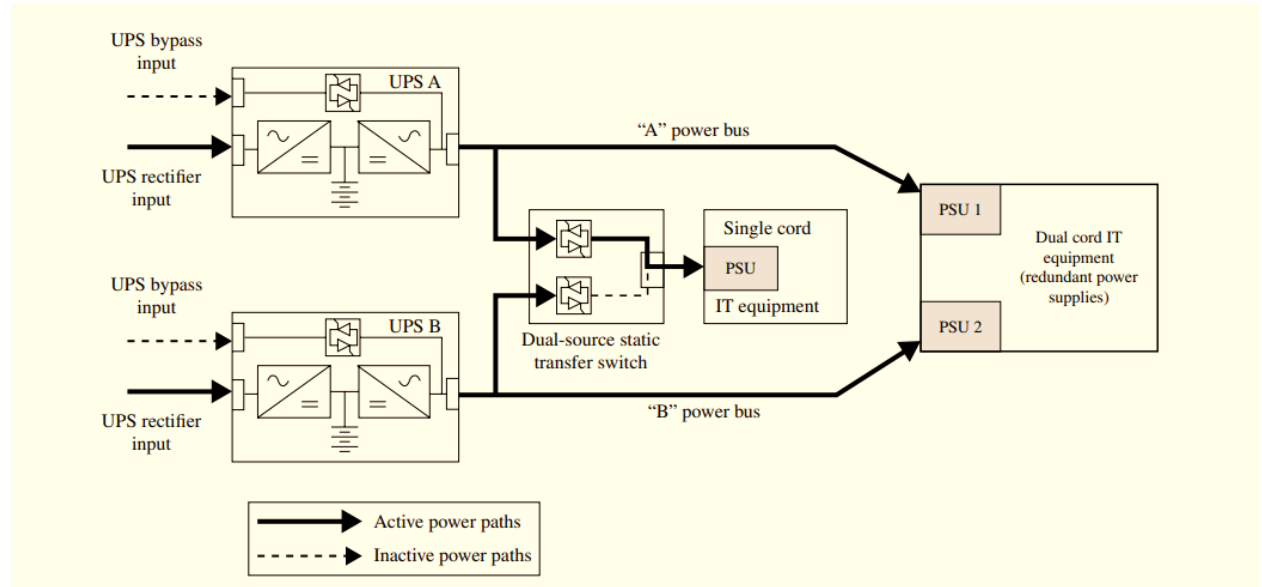
بنية الناقل المزدوج أو 2N لمعدات مركز البيانات ذات السلك المزدوج

في هذا الترتيب، تقوم وحدات UPS بتغذية لوحات توزيع منفصلة تدعم مصادر طاقة منفصلة (PSU) داخل كل قطعة من معدات تكنولوجيا المعلومات. يدعم UPS A مسار طاقة واحدًا وأحد مصادر الطاقة في معدات تكنولوجيا المعلومات، ويدعم UPS B مصدر الطاقة الآخر



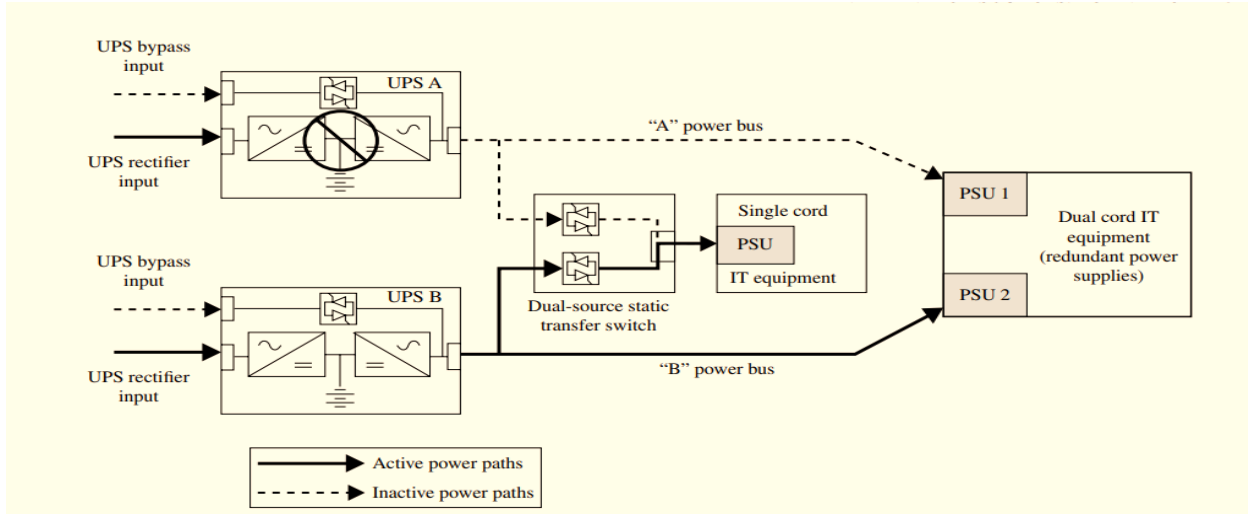


يوفر هذا التكوين قدرًا كبيرًا من المرونة، نظرًا لأنه ليس من الضروري أن تكون وحدات UPS متكافئة. يمكن أن تكون بأحجام مختلفة، وتحمل أحمالًا مختلفة إلى حد كبير، وحتى أنها تأتي من شركات مصنعة مختلفة. ولكن هذا أمر منطقي فقط بالنسبة لمركز البيانات الذي يستخدم حصريًا معدات تكنولوجيا المعلومات ذات السلك المزدوج. Dual connection لا تزال معظم مراكز البيانات اليوم تحتوي على معدات قديمة تستخدم مصدر طاقة واحدًا single connection ، مثل أجهزة المودم وأجهزة الاتصالات الأخرى. كيف يمكنك توفير التكرار لتلك الأحمال أحادية السلك؟ ستكون هناك حاجة إلى نوع من ترتيبات التبديل الثابتة لتبديل الأحمال أحادية السلك من UPS إلى آخر، في حالة فشل UPS الأساسي .



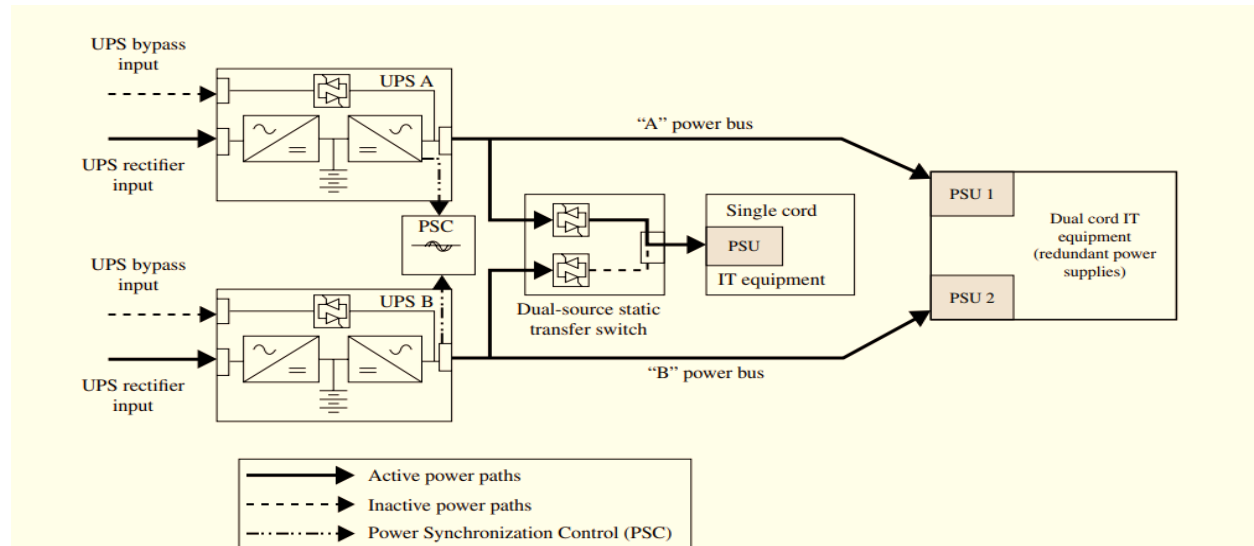
، يخدم المحول الثابت المعدات أحادية السلك في مركز البيانات. وبدلاً من ذلك، يمكنك استخدام مفتاح نقل مزدوج المصدر صغير قائم على التتابع مثبت على الحامل لتغذية أي جهاز ذو سلك واحد في هذا الحامل. مهما كان نوع

المحول ثنائي المصدر الذي يتم نشره، فإن المحول سينقل الحمل من مصدر طاقة فاشل UPS في هذه الحالة إلى UPS المتوفر بالمللي ثانية، دون تعطيل الحمل المحمي



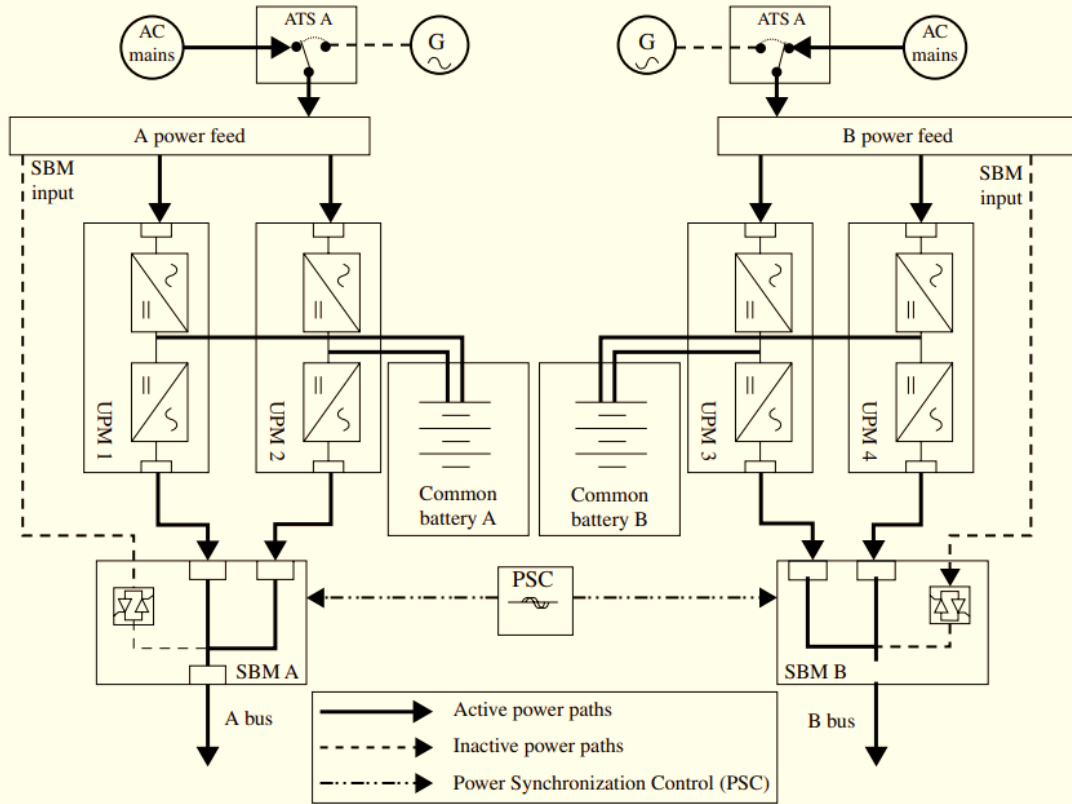
يضيف هذا الترتيب تعقيداً إلى بنية توزيع الطاقة. كلما زاد عدد المكونات في سلسلة التسليم، زاد عدد النقاط التي يجب مراقبتها وصيانتها واستكشاف الأخطاء وإصلاحها، وزادت نقاط الفشل المحتملة. ومع ذلك، هناك مشكلة أكثر إثارة للقلق وهي المزامنة. إذا لم تكن وحدات UPS متزامنة مع بعضها البعض، فإن التبديل السريع للطاقة من واحدة إلى أخرى عبر المفتاح الثابت يمكن أن يؤدي إلى جهد عابر يمكن أن يغلق أو يتلف أو يدمر تلك الأحمال أحادية السلك

إن لدينا الآن موقف، على الرغم من أن UPS لا توفر جميع فوائد التوازي، إلا أنه لا يزال يتعين مزامنة مخرجاتها. ويمكن تحقيق ذلك باستخدام وحدة التحكم في مزامنة الطاقة الخارجية (PSC)، والتي تقوم بإعداد الترتيب الرئيسي والتابع الآن يعتمد توفر تلك الأنظمة المسجلة على موثوقية المحول الثابت ووحدة التحكم في المزامنة لهذا السبب، من الأفضل استخدام هذا الترتيب كإجراء مؤقت حيث يتم التخلص التدريجي من الأحمال ذات السلك الفردي لصالح الأجهزة ذات السلك المزدوج



ال UPS المنفصل مع تكرار متعدد المستويات

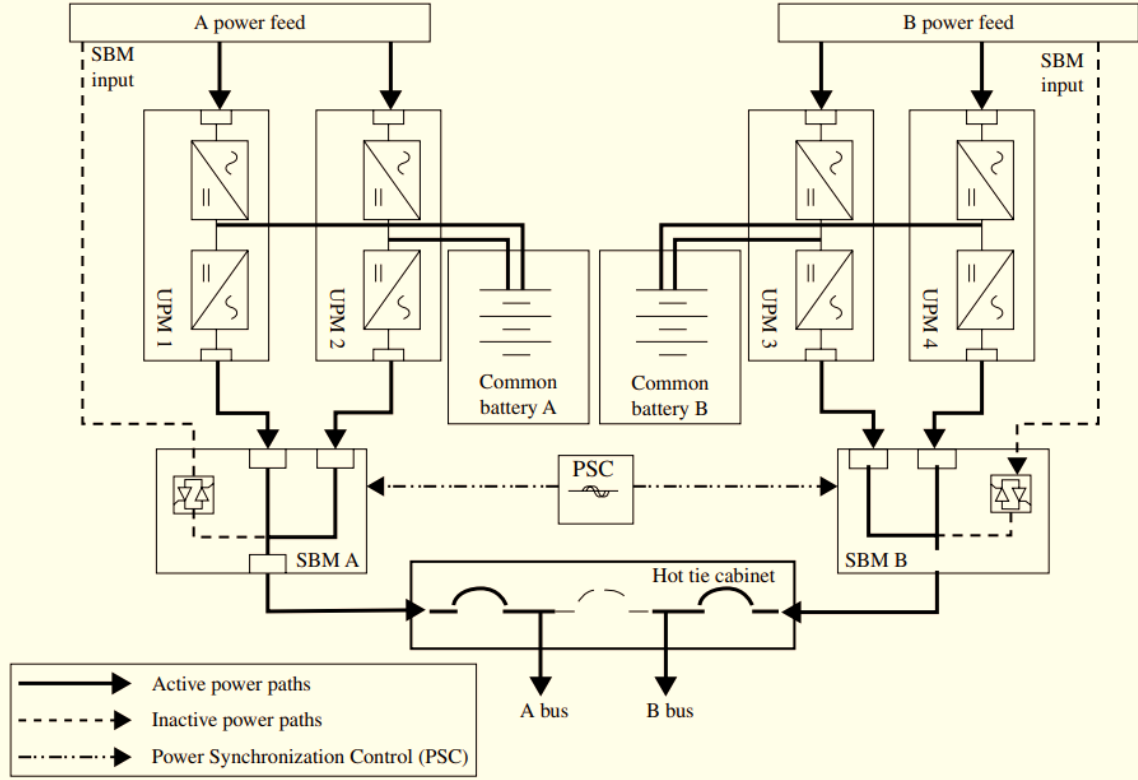
يمكن تحقيق مستويات أعلى من التكرار باستخدام نظام الناقل المزدوج، خاصة إذا كانت كل ناقله تحصل على طاقتها من محطة فرعية مختلفة في الرسم التخطيطي التالي، يحتوي كل جانب على وحدتي UPS وحدة UPS أساسية واستعدادية، لحماية (N+1)، ووحدة تجاوز النظام (SBM) لنقل الطاقة من وحدات UPS أو مصدر المرافق، وبطاريات احتياطية خاصة بها ومولد ديزل. في ظل التشغيل العادي، تقوم كل ناقله واحدة بتغذية لوحات التوزيع بالطاقة التي تخدم مصدر طاقة واحدًا في معدات تكنولوجيا المعلومات ذات الأسلاك المزدوجة؛ يغذي الناقل الآخر لوحات التوزيع التي تخدم مصادر الطاقة الأخرى



إذا انقطع أي UPS عن الخط، فإن UPS الاحتياطية على هذا الجانب يبدأ العمل. حتى لو أصبح كلا UPS على أحد الجانبين غير متاحين، فسيظل جهاز تكنولوجيا المعلومات مدعومًا من الجانب الآخر. إذا انقطعت محطة فرعية، فستظل الطاقة متوفرة، لأن الجانب الآخر يتم خدمته من مصدر مرافق مختلف.

نظرًا لتوفره العالي، يعد هذا الترتيب مستخدمًا على نطاق واسع. لكن "التكرار الزائد" مكلف. ولا تزال هناك مشكلة ما يجب فعله بالأحمال ذات السلك الواحد يمكنك إضافة PSC، الذي يعمل على حل مشكلة المزامنة الموضحة سابقًا، وقبول نقطة صغيرة من الثغرة. في الترتيب الموضح في الشكل التالي، يتم ربط أنظمة UPS الزائدة هذه عبر hot tie cabinet. تحتوي خزانة الربط الساخنة على قواطع يمكنها عزل أي جانب من سلسلة الطاقة بالكامل أو ربطها معًا بالتوازي. في التشغيل العادي، سيكون القاطع الموجود في المنتصف مفتوحًا، مما يعزل نظامي UPS الزائدين عن بعضهما البعض. يقوم نظام UPS الموجود على اليسار بتغذية مخرجاته إلى

الناقل الأيسر. أثناء حالة الفشل أو الصيانة الروتينية، على سبيل المثال، للجانب الأيسر، سيتم إغلاق القاطع الموجود في المنتصف وفتح القاطع الأيسر. ثم يقوم UPS الموجود على الجانب الأيمن بتشغيل كل من الحافلة A والحافلة B. لا ترى الأحمال أي تغيير في الجهد أو التردد أو جودة الطاقة التي تتلقاها.



قبل اختيار UPS ، فمن الضروري تحديد الحاجة. قد تكون هناك حاجة إلى UPS لمجموعة متنوعة من الأحمال مثل الإضاءة أو طاقة بدء التشغيل أو أنظمة المرافق الميكانيكية أو التدفئة أو التبريد أو الإنتاج أو الحماية من الحرائق أو التكييف أو معالجة البيانات أو الاتصالات أو غيرهما

تحتاج بعض المنشآت إلى UPS لأكثر من غرض واحد. من المهم تحديد التأخير المقبول بين فقدان الطاقة الأساسية وتوافر طاقة UPS، وطول الفترة الزمنية التي تتطلب طاقة الطوارئ أو الطاقة الاحتياطية، ومدى أهمية الحمل الذي يجب أن تتحمله UPS.

تلعب كل هذه العوامل دورًا في تحديد حجم UPS واختيار نوع UPS

1- إختيار نوع الUPS 1 فاز أو 3 فاز

تعتبر الطاقة ثلاثية الطور شائعة في الشركات الكبيرة ومراكز البيانات وكذلك الصناعة والتصنيع في جميع أنحاء العالم. على الرغم من أن التحويل إلى ثلاثي الفاز من أحادي الفاز يعد أمرًا مكلفًا، إلا أن 3 فاز تسمح بأسلاك أصغر حجمًا وأكثر أمانًا وأقل تكلفة.

معظم مستهلكي الكهرباء اليوم لديهم توصيل رئيسي ثلاثي الطور إذا كان الحمل الإجمالي أكثر من 5-7 كيلو واط. فقط إذا كان الحمل المتوقع أقل من 5-7 كيلو واط، يحصل المستهلك على اتصال أحادي الفاز. حتى عندما يكون لدى المستهلك اتصال ثلاثي الطور، فإن اختيار UPS ثلاثي الطور أو أحادي الطور يعتمد على عدة عوامل مثل الأحمال التي سيتم توصيلها بـ UPS وأيضًا التوزيع الكهربائي داخل المنشأة من مدخل المبنى والمفاتيح الكهربائية ووحدات التوزيع إلى الغرفة التي توجد بها الأحمال المراد حمايتها. وهذا لا يؤدي فقط إلى بناء صورة كاملة للدوائر الكهربائية في الموقع. كما أنه يساعد على تحديد ما إذا كان سيتم تقديم نظام UPS ثلاثي الطور أو أحادي الطور.

2-أنظمة UPS – نوع مصدر الطاقة الإدخال والإخراج

في وحدات ال UPS هناك ثلاثة تكوينات محتملة للطور متاحة. وذلك لأن مصدر التيار الكهربائي ثلاثي الطور أو مصدر المولد يتكون في الواقع من ثلاثة إمدادات أحادية الطور (ومحايدة) مع اتجاه طور 120 درجة بينهما. يمكن أن يوفر مصدر الإمداد ثلاثي الطور طاقة كهربائية أكبر من مصدر الطور الواحد.

تلعب قوانين الفيزياء وقانون أوم دورًا أيضًا، مما يعني أن أحجام الكابلات تزداد أيضًا مع ارتفاع التيارات. يعد مخرج 10 KVA بشكل عام أكبر نظام UPS أحادي الطور متاح. ويرجع ذلك إلى تيار الإخراج ومتطلبات الكابلات.

10 كيلو فولت أمبير = 10,000 فولت أمبير / 230 فولت تيار متردد = 43.5 أمبير.

في عالم UPS، من الشائع الإشارة إلى UPS أحادي الطور فقط من خلال تصنيف KVA/KW،

3 Phase UPS Systems (3/3 and 3/1)

تحتوي معظم مراكز البيانات والمباني التجارية والصناعية على مدخل كهربائي ثلاثي الطور يربطها عبر محول توزيع محلي بالتيار الكهربائي. قد تكون هناك حاجة إلى دوائر ثلاثية الطور في جميع أنحاء المبنى لحمل كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية المطلوبة لثلاث فئات كبيرة من KVA. وهذا تعميم حيث أن العديد من المشاريع أو المعدات يمكن أن تتضمن أحمالًا أحادية وثلاثية الطور بالطبع.

من منظور أنظمة UPS

إذا أردنا توصيل UPS بمصدر إمداد ثلاثي الطور، فإننا نحتاج إلى UPS 3/x configuration

إذا كانت الأحمال ثلاثية الطور أيضًا، فإننا نحتاج إلى 3/3 configuration

إذا كانت الأحمال أحادية الطور فقد نحتاج إلى 3/1 configuration.

يمكن أن يؤدي استخدام نظام UPS ثلاثي الطور إلى تبسيط خطة استمرارية الطاقة ويسمح للموقع باعتماد خطة مركزية لحماية الطاقة، حيث يتم استخدام UPS كبير لحماية مبنى كامل أو دوائر وعمليات حيوية داخله. وهذا على النقيض من خطة استمرارية الطاقة اللامركزية التي تستخدم عددًا من وحدات UPS الصغيرة المنتشرة لحماية مجموعات من الأحمال مثل أجهزة الكمبيوتر ومعدات الطاقة المنخفضة (>10 كيلو فولت أمبير) داخل المنشأة.

Single Phase UPS systems (1/1)

الأفياش التي نقوم بتوصيلها عادةً هي إمدادات أحادية الطور مصنفة عند 230 فولت تيار متردد و50 او 60 هرتز. تشمل الأمثلة النموذجية أجهزة الصراف الآلي ومعدات المختبرات الصغيرة وأجهزة الكمبيوتر المكتبية وخوادم الملفات والمحولات وأنظمة الاتصالات.

يمكن تزويد أنظمة UPS أحادية الطور حتى 2 كيلو فولت أمبير بمقبس أو بأطراف مغطاة للتركيبات عند 3 كيلو فولت أمبير تعني الطاقة المطلوبة أنه سيتم توفير UPS إما كنظام سلكي أو بمقبس بسعة 16 أمبير. أعلى من 5 كيلو فولت أمبير إلى أكبر نظام UPS أحادي الطور متاح (عادةً 10 كيلو فولت أمبير)، سيتطلب UPS تركيبًا سلكيًا ويجب أن يتضمن أيضًا مفتاح لصيانة وحدات ال UPS

3-تحديد حجم وسعة حمل نظام UPS

عند تحديد حجم UPS، من المهم معرفة تكوين الطور المطلوب من قبل كل من مصدر التيار الكهربائي والأحمال، بالإضافة إلى حجم الحمل الإجمالي. غالبًا ما يحدد المصممون والمقاولون الكهربائيون حجم الحمل وتكوين الطور.

من الأمثلة على ذلك "120 كيلو فولت أمبير ثلاث فازات". يشير هذا إلى حمل بقدرة 120 كيلو فولت أمبير يتم تشغيله من مصدر ثلاثي الطور 415 فولت تيار متردد و50 هرتز. فيما يتعلق بحجم الحمل، فهذا يعني أن كل مرحلة (من الإمداد الكهربائي ثلاثي الطور) ستوفر ما يصل إلى 40 كيلو فولت أمبير (أو 174 أمبير عند 230 فولت تيار متردد). إذا كانت الحمل 120 كيلو فولت أمبير لكل فازة، فسننظر إلى 3×120 كيلو فولت أمبير لكل مرحلة = حمل UPS 360 كيلو فولت أمبير.

يمكن تلبية الحاجة إلى UPS ثلاثي الطور بقدرة 120 كيلو فولت أمبير من خلال UPS ثلاثي الطور بقدرة 40 كيلو فولت أمبير بشرط أن تكون الأحمال المتصلة عبارة عن أحمال أحادية الطور. سيتم تكوينها وتركيبها بنسبة 1/3 لكل مرحلة. ومع ذلك، ارتفع إجمالي تكاليف رأس المال والتركيب وكفاءة الطاقة بمقدار 3 أضعاف مقارنة بتركيب نظام UPS واحد بقدرة 120 كيلو فولت أمبير. يتم أيضًا استخدام UPS 3/1 حتى 60 كيلو فولت أمبير في البيئة المكتبية حيث تكون الأحمال أحادية الطور وهذا يلغي الحاجة إلى موازنة توصيلات الأحمال في كل مرحلة من المراحل الثلاث. عادةً ما تكون وحدات UPS الأكبر حجمًا 1/3 والتي تصل إلى 200 كيلو فولت أمبير مطلوبة لأحمال DCS و SCADA في الصناعات الثقيلة مثل محطات توليد الطاقة ومصانع الصلب وما إلى ذلك.

Input	Output	Nomenclature	Mains Voltage	Typical UPS Sizes
1 Phase	1 Phase	1/1	230/230Vac, 50Hz	400VA-10KVA
3 Phase	1 Phase	3/1	415/230Vac, 50Hz	5 - 200KVA
3 Phase	3 Phase	3/3	415/415Vac, 50Hz	10KVA – 4.8MVA

4-حجم وحدات الUPS عند ظروف تحميل مستقرة

مثل أي مصدر طاقة آخر، فإن UPS هو مصدر طاقة محدود ويتم تحديد قدرة UPS بـ الكيلو فولت امبير (الطاقة الظاهرة) والكيلو وات (الطاقة الحقيقية)

خطوات الحصول على قدرة UPS وتكويناته

الخطوة الأولى الحصول على الحمل

قم بجدولة الأحمال كما هو موضح في الجدول أدناه ويجب قياس عامل طاقة الحمل في الموقع أو يمكن افتراضه بناءً على الخبرة السابقة

Load	KVA Demand	Load Power Factor	KW Demand
Load 1	KVA1	PF 1	KVA × PF1
Load 2	KVA2	PF2	KVA × PF2
Load 3	KVA3	PF3	KVA × PF3
Load n	KVAn	PFn	KVA × PFn
Total Load	KVA	KW/KVA	KW

الخطوة الثانية افتراض التكوين المستخدم

ستحدد مدى أهمية الأحمال مدى توفر UPS الضروري بناءً على درجة الأهمية، يمكن تحديد قدرة UPS أو تكوينها. حيث N هو رقم UPS المطلوب لدعم الحمل. بالنسبة للحمل الحرج مع تكرار بنسبة $N > 2$ ، تكون 66% حيث يلزم وجود وحدتي UPS على الأقل لدعم الحمل ووحدة UPS واحدة للتكرار

Type of Load	Redundancy Level	Configuration of UPS
Non-Critical Load	0%	N
Critical Loads	66%	N+1
Critical Loads	100%	N+N
Critical Loads Fault Tolerant System	100%	2 N

الخطوة الثالثة: التحقق من الطلب على KVA و KW المقدم من وحدات الUPS

بناءً على الطلب الإجمالي وتكوين UPS ، يتم تحديد سعة UPS. يجب تقسيم الحمل الإجمالي بـ KVA و KW المشتق في الخطوة 1 على N كما هو محدد في الخطوة 2 للوصول إلى قدرة UPS.

$$\text{UPS Capacity in KW} = \frac{\text{Total Load in KW (From Step 1)}}{N \text{ (from Step 2)}} = > \text{Total UPS in KW}$$

$$\text{UPS Capacity in KVA} = \frac{\text{Total Load in KVA (From Step 1)}}{N \text{ (from Step 2)}} => \text{Total UPS in KVA}$$

الخطوة الرابعة -حجم وحدات الUPS عند ظروف تحميل غير مستقرة ديناميكية

يعد تحديد حجم UPS للأحمال ذات الطبيعة الديناميكية موضوعاً معقداً، ولكن باستخدام المعلومات المسجلة كما هو موضح أدناه، يمكن استخلاص سعة UPS المحسنة بناءً على

- Inrush Current-Nature & Duration
- Peak Process Current–Nature & Duration
- Number of Loads, sequence of their operation
- Load Power Factor
- KVA and KW Demand of the UPS

1-Inrush current

زيادة التيار هو الحد الأقصى لتيار الإدخال الفوري الذي يسحبه جهاز كهربائي عند تشغيله لأول مرة. يمكن حذف تيار التدفق في حساب الاختيار إذا تم تشغيل الحمل مرة واحدة فقط وتشغيله بشكل مستمر حتى الإغلاق التالي للمحطة حيث يمكننا تبديل الأحمال بـ manual bypass وبمجرد وصول الأحمال إلى تيار الحالة المستقرة، يمكن للأحمال يتم نقلها إلى UPS. إذا تم تشغيل وإيقاف الأحمال بشكل متكرر، فيجب أن يتضمن اختيار UPS تيار التدفق inrush current أيضاً.

2-Peak Process Current–Nature & Duration

هو أقصى تيار يتم سحبه لحظياً بواسطة الأحمال أثناء وقت العملية يمكن أن يكون هذا التيار متكرراً بطبيعته. يجب أن يكون تيار الذروة جزءاً من حساب حجم UPS بغض النظر عن طبيعته ومدته.

3-Number of Loads, sequence of their operation

يعتمد اختيار UPS على عدد الأحمال، إذا كان هناك حمل واحد فقط، فإن اختيار UPS يكون بسيطاً ويعتمد على الحد الأقصى لذروة التيار.

$$\text{UPS Capacity in KVA} = \sqrt{3} \times V \times I_{\text{rms-peak}}$$

إذا كانت هناك أحمال متعددة مع مزيج من خصائص التحميل الثابتة والديناميكية، فسيتم تحديد سعة UPS بناءً على تسلسل تشغيل الأحمال.

عندما يتم تشغيل الأحمال بالتسلسل، يتم تحديد سعة UPS بناءً على مجموع تيارات جذر متوسط التربيع لجميع الأحمال المتصلة والحد الأقصى لذروة تيار جذر متوسط التربيع للحمل كما هو موضح في الصيغة أدناه لقدرة UPS

$$\text{UPS capacity in KVA} = \sqrt{3} \times V \times ((\sum I_{\text{rms}}) + I_{\text{max rms-peak}})$$

التشغيل غير المتسلسل للأحمال عندما لا يتم تشغيل الأحمال بالتسلسل، يتم تحديد سعة UPS بناءً على مجموع تيارات جذر متوسط التربيع لجميع الأحمال المتصلة وتيار ذروة جذر متوسط التربيع لكل الحمل المتصل كما هو موضح في الصيغة أدناه

$$\text{UPS capacity in KVA} = \sqrt{3} \times V \times \sum I_{\text{n}}(I_{\text{rms}} + I_{\text{rms-peak}})$$

حساب سعة وحدات ال UPS لمراكز البيانات خطوة

الخطوة رقم 1:

قم بإدراج جميع أحمال UPS

الخطوة رقم 2:

قائمة بكل معدات/حمل، والجهد، وعدد الفازات، والتردد

الخطوة رقم 3:

قم بإدراج KVA لكل جهاز/حمل

الخطوة رقم 4:

تحديد جهد UPS وعدد الفازات والتردد.

الخطوة رقم 5:

فصل الأحمال (الأحمال غير الحركية وأحمال المحركات)

الخطوة رقم 6:

تحديد عامل قدرة الحمل والطلب على كيلوواط

الخطوة رقم 7:

تحديد تيار تدفق الحمل. KVA

الخطوة رقم 8:

تحديد تسلسل تشغيل الأحمال

الخطوة رقم 9:

تطبيق Derating Factor (إن وجدت)

الخطوة رقم 10:

حساب تحميل UPS التصميمي KVA

1- تقسيم الأحمال المستقرة والديناميكية حسب الجدول التالي

Section I: Non-Motor loads								
s/n	Loads to be supplied from UPS	Voltage	Nos. of phases	frequency	KVA Demand	Load Power Factor	KW Demand	Starting Current
1	Load 1				KVA 1	PF 1	KVA 1* PF 1
2	Load 2				KVA 2	PF 2	KVA 2* PF 2
3	Load 3				KVA 3	PF 3	KVA 3* PF 3
....
....
n	Load n				KVA n	PF n	KVA n* PF n
Total single phase Load KVA =								
Total three phase Load KVA =								
Section II: Motor loads								
s/n	Loads to be supplied from UPS	Voltage	Nos. of phases	frequency	KVA Demand	Load Power Factor	KW Demand	Starting Current
1	Load 1				KVA 1	PF 1	KVA 1* PF 1	Is 1
2	Load 2				KVA 2	PF 2	KVA 2* PF 2	Is 2
3	Load 3				KVA 3	PF 3	KVA 3* PF 3	Is 3
....
....
n	Load n				KVA n	PF n	KVA n* PF n	Is n
Total single phase Load KVA =								
Total three phase Load KVA =								

2-عوامل قدرة الحمل النموذجية ومتطلبات inrush

يمكن الاعتماد على الجدول التالي لإختيار عوامل القدرة

Type of Load	Power Factor	Inrush %	Duration
Induction motor or MG set	0.75	500-800	1-30 sec.
Computer central processor unit	0.9-0.85	600-1000	2-6 cycles
Computer peripherals	0.8	500-800	1-30 sec.
Process instruments & controls	0.85	300-500	2-6 cycles
Fluorescent lights (corrected type)	0.95	300-600	1 cycle
Incandescent lights	1.0	600-1500	2-6 cycles
Regulated DC power supply (or battery charger)	0.6-0.8	600-1000	2-6 cycles
Unregulated DC power supply	0.9	600-1000	2-6 cycles
Transformer	Same as load	1000	1 cycle
Magnetic line regulators (auto-transformer)	0.6-0.8	200-300	1 cycle
Ferroresonant type line regulators (CVT)	0.5 lead to 0.5 lag	600-1000	1-3 cycles
Solenoids. Relays and Contactors	0.5	1000	2-3 cycles

3-قيم تيار البداية وفقا لطريقة البدء المستخدمة

يتم استخدام الجدول التالي لحساب تيار البدء على حسب نوع بادئ الحركة

Description of Starter	% of line voltage applied	Starting current (I _s) compared with		Starting torque (T _s) compared with	
		D.O.L current(I _{dol})	Full load current(I _L)	D.O.L Torque(T _{dol})	Full load torque(T _L)
D.O.L Starter	100%	$I_s = I_{dol}$	$I_s = 6I_L$	$T_s = T_{dol}$	$T_s = 6T_L$
Star Delta starter	57.7%	$I_s = (1/\sqrt{3})^2 I_{dol}$	$I_s = 2I_L$	$T_s = (1/\sqrt{3})^2 T_{dol}$	$T_s = 2/3 T_L$
Auto transformer starter	80%	$I_s = (0.8)^2 I_{dol}$	$I_s = 3.84 I_L$	$T_s = (0.8)^2 T_{dol}$	$T_s = 1.28 T_L$
	60%	$I_s = (0.6)^2 I_{dol}$	$I_s = 2.16 I_L$	$T_s = (0.6)^2 T_{dol}$	$T_s = 0.72 T_L$
	40%	$I_s = (0.4)^2 I_{dol}$	$I_s = 0.96 I_L$	$T_s = (0.4)^2 T_{dol}$	$T_s = 0.32 T_L$
Reactance-resistance starter	64%	$I_s = (0.64)^2 I_{dol}$	$I_s = 2.5 I_L$	$T_s = (0.425)^2 T_{dol}$	$T_s = 0.35 T_L$

1- إذا كان هناك حمل واحد فقط، فإن اختيار UPS يكون بسيطاً ويعتمد على الحد الأقصى لذروة التيار.

$$\text{UPS Capacity in KVA} = \sqrt{3} \times V \times I_{\text{rms-peak}}$$

2- إذا كانت هناك أحمال متعددة مع مزيج من خصائص التحميل الثابتة والديناميكية، فسيتم تحديد سعة UPS بناءً على تسلسل تشغيل الأحمال. وسيكون لدينا حالتين على النحو التالي:

الحالة رقم 1 (الحالة الشائعة): التشغيل المتسلسل للحمل

عندما يتم تشغيل الأحمال بالتسلسل، يتم تحديد سعة UPS بناءً على جمع الحد الأقصى لتيار البدء للحمل (أو مجموعة المحركات التي تعمل في وقت واحد في نفس الوقت) والتيارات جذر متوسط التربيع (FLC) للأحمال المتصلة الأخرى وكما المبينة في الصيغة أدناه:

$$\text{UPS Capacity in KVA} = 1.73 \times V \times (\text{maximum starting current} + \sum \text{FLC of other connected loads})$$

الحالة رقم 2 (حالة نادرة): التشغيل غير المتسلسل للأحمال

عندما لا يتم تشغيل الأحمال في تسلسل، يتم تحديد سعة UPS بناءً على مجموع تيارات جذر متوسط التربيع لجميع الأحمال المتصلة والتيار ذروة جذر متوسط التربيع لكل الحمل المتصل كما هو موضح في الصيغة أدناه:

$$\text{UPS Capacity in KVA} = 1.73 \times V \times (\sum \text{starting current of all loads} + \sum \text{FLC of all loads})$$

بعد ذلك يتم حساب معامل Derating لدرجات الحرارة ومعامل القدرة وغيرهما

مثال رقم 1- قم بحساب القاطع الكهربائي لوحدة الـ UPS

يقوم جهاز UPS بتغذية خطي إنتاج كل حسب الأحمال التالية

- يوجد حملين عاديين يبلغ قيمتهما 125 كيلو وات
- ضاغط بقدرة 11 كيلو وات
- محطة معالجة المياه بقدرة 41 كيلو وات

ومن ورقة بيانات الشركة المصنعة: عامل تشوه تيار دخل لوحدة UPS 0.9 والكفاءة وعامل قدرة هي 0.9

الحل

- $P = \sum \text{KW of UPS Loads} = 2 \times 125 + 11 + 41 = 302 \text{ KW}$
- $S = (P / (\text{Eff} \times W) + 0.25P/W) / \text{PF}$
- $S = (302 / (0.9 \times 0.9) + 0.25 \times 302 / 0.9) / 0.9 = 507.5 \text{ KVA}$

Then:

$$I_b = S / (\sqrt{3} \times V) = 507.5 \times 1000 / (\sqrt{3} \times 400) = 732.5 \text{ A}$$

حدد التيار الاسمي لقاطع إدخال UPS (I_n) إلى أقرب قيمة قياسية أعلى
إذا سعة القاطع 800 أمبير والتي تتحقق من الشروط التالية:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ ----- } 732.5 < 800 < I_z$$

$$I_z \geq K2 \times I_n / 1.45 \text{ ----- } I_z \geq 1.45 \times 800 / 1.45$$

Size the UPS Downstream Load breaker?

Solution:

- $S = P / \text{PF}$
- $S = 302 / 0.9 = 335.56 \text{ KVA}$ Then:
- $I_b = S / (\sqrt{3} \times V) = 335.56 \times 1000 / (\sqrt{3} \times 400) = 484.9 \text{ A}$

حدد التيار الاسمي لقاطع تحميل UPS Downstream إلى أقرب قيمة قياسية أعلى 630 A والتي تتحقق من الشروط التالية:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ ----- } 484.9 < 630 < I_z$$

$$I_z \geq K_2 \cdot I_n / 1.45 \text{ ----- } I_z \geq 1.45 \cdot 630 / 1.45$$

مثال رقم 2- أحسب سعة وحدة UPS للأحمال التالية

- DCS Cabinet =200 VA Autonomy = 4 H
- ESD Cabinet =200 VA Autonomy=4 H
- Telecommunication Cabinet =150 VA Autonomy =6 H
- Computer Console= 90 VA Autonomy =2 H

الحل

أولاً:- حسابات Load Design

$$S_d = S_p(1+K_g)(1+K_c)$$

- S_d (Apparent power) VA
- K_g (Future Load)=5 to 20%
- K_c (Design Margin)=10 to 15%

$$\text{Peak Load } (S_p) = 150 + 200 + 200 + 90 = 640 \text{ VA}$$

$$\text{Design Load } (S_d) = 640(1+0.1)(1+0.1) = 774.4 \text{ VA}$$

ثانياً :- حسابات Demand Energy

$$E_d = E_t(1+K_g)(1+K_c)$$

- E_d (Energy Demand)=Vah
- Vah=Energy Load Total (E_t)
- K_g (Future Load %)
- K_c (Design contingency %)

$$E_t = 150 \times 6 + 200 \times 4 + 200 \times 4 + 90 \times 2 = 2680 \text{ V ah}$$

$$\text{Design Energy Demand} = 2680(1+0.1)(1+0.1) = 3242.3 \text{ V ah}$$

ثالثا :- حسابات البطاريات

$$N_{max} = V_{dc}(1 + V_{i_{max}}) / V_c$$

$$N_{min} = V_{dc}(1 - V_{i_{min}}) / V_{dch}$$

على فرض ان البطارية DC 120=Vdc

وفرض Max Voltage tolerances =20%

وفرض Min Voltage tolerances =10%

V c=Cell Charging Voltage =2.25 Vdc/Cell

V d ch= Cell discharging Voltage =1.8 Vdc/Cell

بالتعويض في المعادلة السابقة

$$N_{max} = 120(1 + 0.2) / 2.25 = 64 \text{ Cell}$$

$$N_{min} = 120(1 - 0.2) / 1.8 = 60 \text{ Cell}$$

ثم نقوم بالتعويض في المعادلة التالية

$$C_{min} = E_d(K_a \times K_t \times K_c) / V_{dc} \times K_{dod}$$

C min هي اصغر قيمة لسعة البطارية

Ed هي القيمة السابقة المحسوبة أعلى

Ka معامل البطارية suggest =25%

Kt suggest= at 30 C =0.965 الحرارة درجة معامل

Kc معامل سعة البطارية suggest =10%

K dch =معامل اعلى قيمة تفريغ للبطارية example from =80%

بالتعويض في المعادلة السابقة

$$C_{min} = 3242(1.25 \times 1 \times 0.965) / 120 \times 0.8 = 44.4 \text{ Ah}$$

رابعاً:- حسابات سعة UPS

As per design load=774.4 VA we will select UPS=1 KVA

خامساً :- حسابات Charge , Rectifier

من المعادلة

I load current =S/Vdc = 1000/120=8.33 A

$$I_c = C \times k_i / t_c$$

- I_c Max DC charger
- c = select battery capacity Ah we will select 50
- K_i Battery charger eff=1.1
- T_c=min battery recharge time we will select for this ex=2 hours

$$I_c = 50 \times 1.1 / 2 = 27.5 \text{ A}$$

إذا المجموع الإجمالي لكال من Charger & Rectifier

$$I_{\text{min DC}} = I_c + I_{\text{ldc}}$$

$$I_{\text{min DC}} = 27.5 + 8.33 = 35.8 \text{ A}$$

إذا سيكون سعة Rectifier = 40 امبير

سادساً:- حسابات Inverter & static Switch

- : نقوم بالتعويض في المعادلة التالية

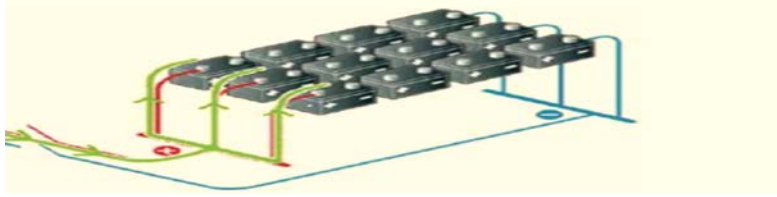
$$I_c = S / 1.732 \times V$$

$$I_c = 1000 / 1.732 \times 240 = 2.4 \text{ A}$$

سوف نختار اقرب قيمة ولتكن 5 امبير

بطاريات وحدات الطاقة الغير منقطعة

- الغرض من البطارية هو توفير طاقة التيار المستمر لعاكس ال UPS عند فشل التيار الكهربائي وتصبح مكوناً مهماً في نظام ال UPS هناك تقنيات مختلفة للبطاريات المتوفرة في السوق مثل بطارية الرصاص الحمضية (ليد أسيد) ، و بطاريات Sealed Maintenance free, Nickel Cadmium and Lithium-Ion
- يتم استخدام (SMF VRLA Battery) الذي لا يحتاج إلى صيانة، في الغالب مع أنظمة ال UPS اليوم.
- الجهد الاسمي لخلية البطارية هو 2 فولت، ويتم توصيل 6 خلايا على التوالي داخل حاوية البطارية ليكون الجهد النهائي 12 فولت.
- يتم تعريف سعة البطارية بأنها "ساعة أمبير". (AH)
- يتم توصيل البطاريات على التوالي لزيادة جهد بنك البطارية ويتم توصيلها على التوازي لزيادة سعة بنك البطارية.



➤ مقارنة سريعة بين بطاريات الليثيوم وال (VRLA) Lead-acid battery

	Lithium Battery	Lead-acid Batteries
Picture		
Main Material	Lithium Iron Phosphate	Lead acid
Battery Design Life	15 years	8years
Cycle Times	4000 Cycles	around 1300 cycles
Weight	Light Weight	3x weight of Li battery
Environmental Impact	Friendly	Harmfull
warranty	3 years	1years
charging time	Fast	slow
price	More Expensive	cheaper
BMS	Yes	No
Efficiency	High	Low
shape	Stand, wall mount, rack mount	Stand
Charge/Discharge Temper	o~45 c/-20 ~ 55 c	o~45 c/-20 ~ 45 c

حسب التصميم، يجب تشغيل البطارية في ظروف كهربائية وبيئية خاضعة للرقابة، والعناصر الحاسمة التي تكون لها تأثير على عمر البطارية:

- 1- الشحن القليل للبطارية بجهد وتيار أقل
- 2- الاستخدام الدوري للبطارية
- 3- الشحن الزائد للبطارية بجهد أو تيار أعلى من الشروط الموصى بها من قبل الشركة المصنعة
- 4- درجة الحرارة درجة الحرارة المحيطة

ولمزيد من المعلومات يرجى الرجوع الى المصادر التالية

- IEEE 1184:2006 IEEE Guide for Batteries for Uninterruptible Power Supply Systems
- IEEE 485:1997 IEEE Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications
- Datasheet's of major battery manufacturer's

العمر المتوقع لبطارية SMF VRLA أو عمر تصميم البطارية

يتم تحديد عمر التصميم من قبل الشركة المصنعة ويأخذ في الاعتبار تصميم الخلية وعمر البطارية في ظل ظروف خاضعة للرقابة في مختبر الشركة المصنعة ومع ذلك، لا يمكن استخدام العمر التصميمي للبطارية إلا كمرجع لأن عمر الخدمة الحقيقي للبطارية يعتمد على عوامل مختلفة

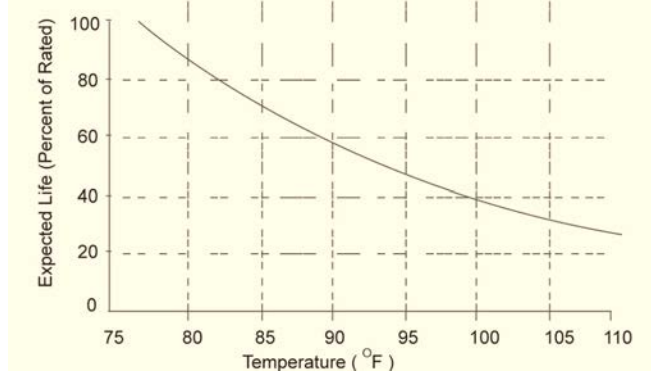
- درجة حرارة التشغيل
- عدد الشحنات، دورة التفريغ
- شروط الشحن
- عمق التفريغ

بعبارة بسيطة، ستصل البطارية إلى نهاية عمرها الافتراضي عندما تقل سعتها عن 80% من سعتها المقدرة، ويلزم استبدالها على الفور.

تأثير درجة الحرارة على عمر البطارية

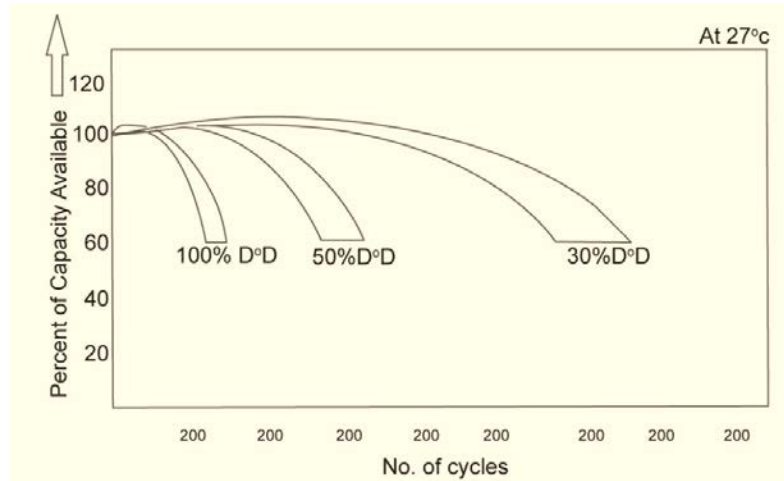
يتم تصنيف البطارية بالواط/خلية عند درجة حرارة محيطية تبلغ 25-27 درجة مئوية. عندما تكون درجة حرارة التشغيل أو البطارية أقل، ستتنخفض سعة البطارية وعندما تكون درجة الحرارة أعلى من درجة الحرارة التصميمية، تنخفض سعة البطارية وسيؤدي التشغيل بدرجة حرارة مرتفعة إلى تقصير عمر البطارية.

القاعدة العامة لبطاريات الرصاص الحمضية هي أن الاستخدام المطول في درجات حرارة مرتفعة سيققل من عمر البطارية بنسبة 50% تقريباً لكل 8 درجات مئوية فوق 25 درجة مئوية.



تكرار وعمق عمليات التفريغ للبطارية

يرتبط عمر البطارية بتكرار وعمق عمليات التفريغ. يمكن أن توفر البطارية دورات قصيرة المدة أكثر من دورات التفريغ العميقة طويلة الأمد. حتى التقلبات اللحظية في طاقة التيار المتردد لجهاز UPS قد تؤدي إلى تفريغ البطارية لعدة ثوانٍ أو أكثر. يؤدي التدوير المتكرر لبطارية UPS، حتى لفترات قصيرة، إلى تقصير عمر البطارية.



اعتبارات لحجم البطارية

يعد تحديد حجم البطارية أمرًا مهمًا للتأكد من أن الأحمال التي يتم توفيرها أو نظام الطاقة الذي يتم دعمه يتم تلبيتها بشكل مناسب بواسطة البطارية لفترة من الوقت (أي autonomy) التي تم تصميمها من أجلها. يمكن أن يؤدي الحجم غير المناسب للبطارية إلى أوقات autonomy سيئة، وتلف دائم لخلايا البطارية من التفريغ الزائد، وإيقاف UPS بسبب الجهد المنخفض.

يجب أن يتم تحديد نوع التحميل بناءً على ذلك

- Nature of Loads to be supported by the battery
- Continuous
- Non-Continuous
- Momentary
- Battery autonomy time
- Design Margin
- Ageing Factor
- Effects of temperature

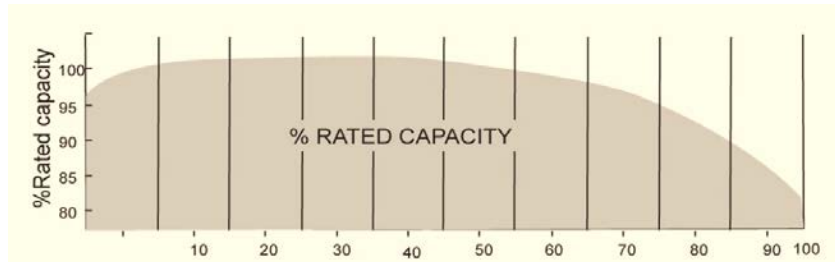
هامش التصميم Design Margin

يعتبر هامش التصميم بمثابة هامش قدرة للسماح بإضافات غير متوقعة للحمل إلى نظام UPS وظروف تشغيل أقل من الأمثل للبطارية بسبب الصيانة غير السليمة، أو التفريغ الأخير، أو درجات الحرارة المحيطة أعلى من المتوقع، أو مزيج من هذه عوامل. تتمثل إحدى طرق توفير هامش التصميم هذا في إضافة حمل بنسبة 10-15% إلى حسابات حجم البطارية.

عامل الزمن الافتراضي أو التقادم للبطارية

يعتبر الانخفاض في أداء البطارية بسبب العمر و يعتبر أداء بطارية الرصاص الحمضية مستقرًا نسبيًا ولكنه ينخفض بشكل ملحوظ في المراحل الأخيرة من عمرها. تبلغ "knee point" لمنحنى العمر مقابل الأداء تقريبًا عندما تتمكن البطارية من توفير 80% من سعتها المقدرة.

بعد هذه النقطة، تكون البطارية قد وصلت إلى نهاية عمرها الافتراضي ويجب استبدالها. لذلك، لضمان قدرة البطارية على تلبية سعتها طوال عمرها الإنتاجي، يجب تطبيق عامل تقادم قدره 1.25 (أي 1 / 0.8). هناك بعض الاستثناءات، تحقق مع الشركة المصنعة.



عامل تصحيح درجة الحرارة للبطارية

عادةً ما يتم تحديد سعة خلايا البطارية لدرجة حرارة تشغيل قياسية تبلغ 25 درجة مئوية، وحيث يختلف ذلك مع درجة حرارة التثبيت، يجب تطبيق عامل تصحيح. يقدم IEEE 485 إرشادات لخلايا vented lead-acid (انظر الجدول)، ولكن بالنسبة لخلايا sealed lead-acid and Ni-Cd ، يرجى استشارة الشركة المصنعة للحصول على التوصيات. لاحظ أن درجات الحرارة المرتفعة وانخفاض عمر البطارية بغض النظر عن السعة وعامل التصحيح يتعلق بحجم السعة فقط، أي أنه لا يمكنك زيادة عمر البطارية عن طريق زيادة السعة.

Electrolyte Temperature		Cell Size correction factor
(°F)	(°C)	
25	-3.9	1.520
30	-1.1	1.430
35	1.7	1.350
40	4.4	1.300
45	7.2	1.250
50	10.0	1.190
55	12.8	1.150
60	15.6	1.110
65	18.3	1.080
66	18.9	1.072
67	19.4	1.064
68	20.0	1.056
69	20.6	1.048
70	21.1	1.040
71	21.7	1.034
72	22.2	1.029
73	22.8	1.023
74	23.4	1.017
75	23.9	1.011
76	24.5	1.006
77	25.0	1.000

Electrolyte Temperature		Cell Size correction factor
(°F)	(°C)	
78	25.6	0.994
79	26.1	0.987
80	26.7	0.980
81	27.2	0.976
82	27.8	0.972
83	28.3	0.968
84	28.9	0.964
85	29.4	0.960
86	30.0	0.956
87	30.6	0.952
88	31.1	0.948
89	31.6	0.944
90	32.2	0.940
95	35.0	0.930
100	37.8	0.910
105	40.6	0.890
110	43.3	0.880
115	46.1	0.870
120	48.9	0.860
125	51.7	0.850

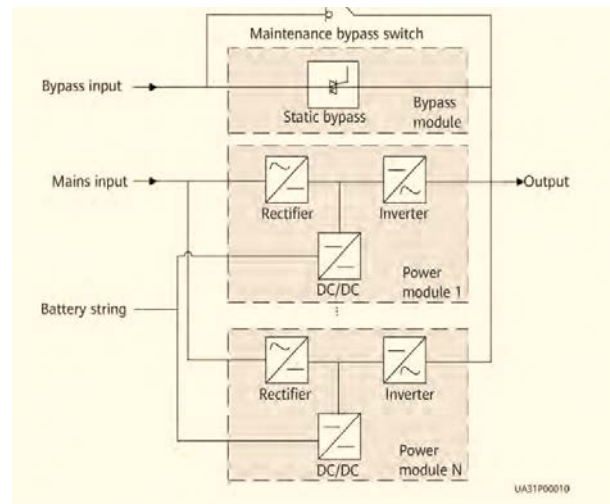
Note — This table is based on vented lead-acid nominal 1.215 specific gravity. However, it may be used for vented cells with up to a 1.300 specific gravity. For cells of other designs, refer to the manufacturer.

أمثلة عن مواصفات وتكوين بعض وحدات ال UPS لأحد مشاريع الداتا سنتر

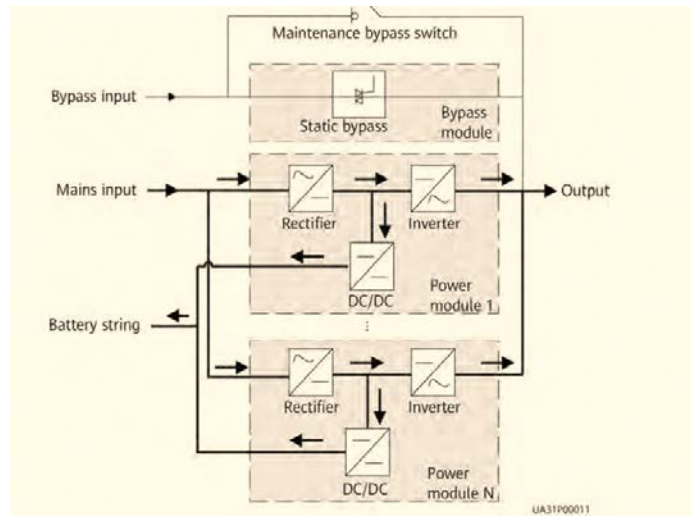
أولاً:- وحدة UPS من شركة Huawei Digital Power Technologies

UPS5000-E-200K

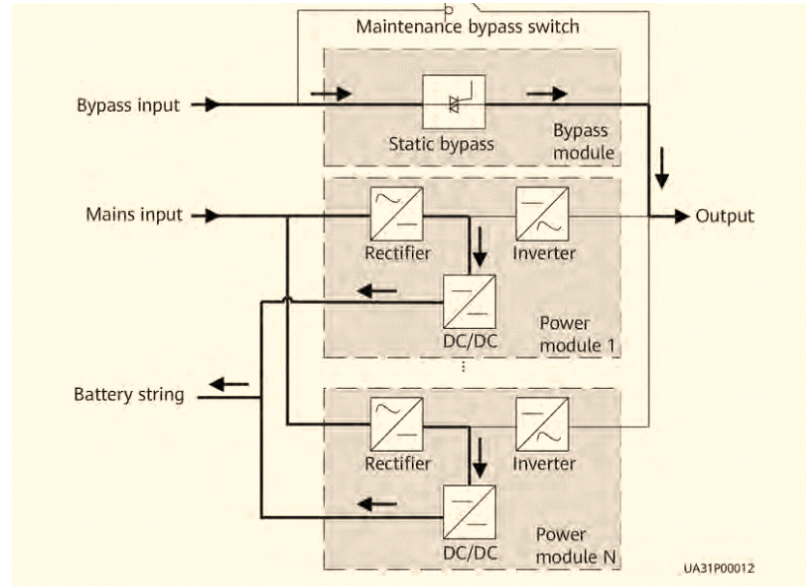
1-UPS conceptual diagram



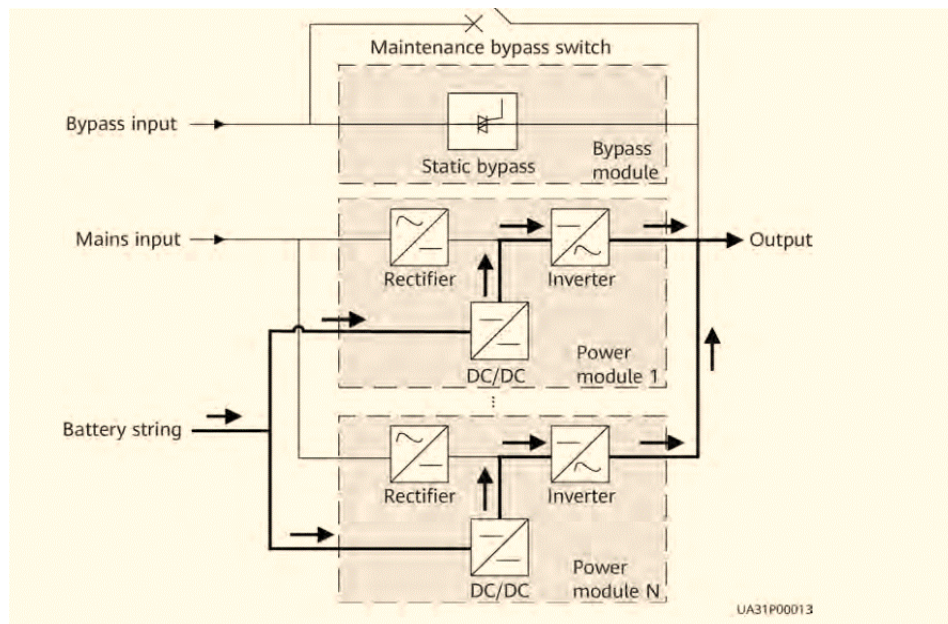
2-UPS conceptual diagram in Normal Mode



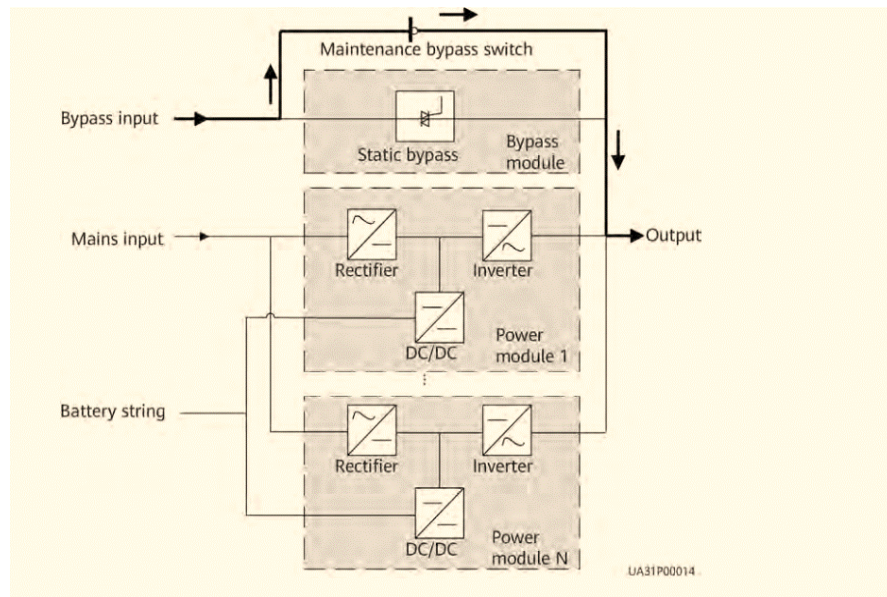
3-UPS conceptual diagram in Bypass mode



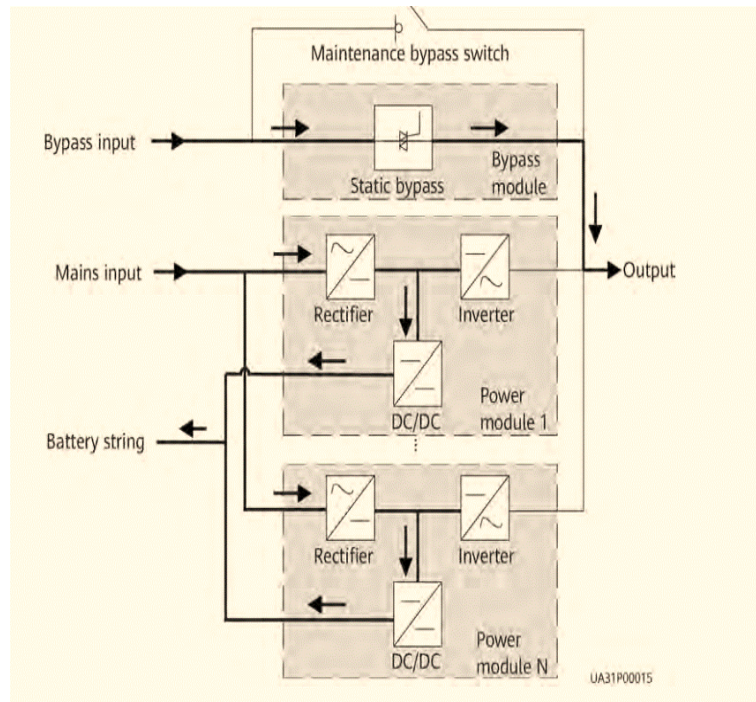
4-UPS conceptual diagram in Battery mode



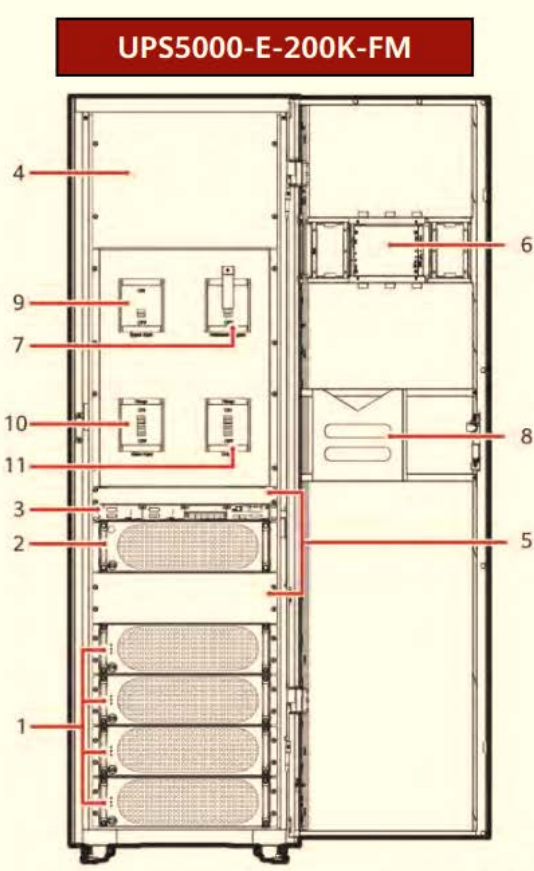
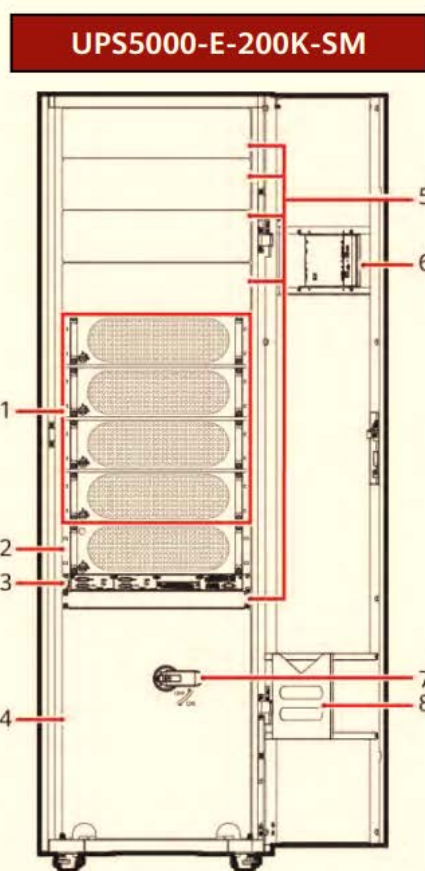
5-UPS conceptual diagram in Maintenance bypass mode



ECO mode



UPS Model	Cabling Mode	Capacity	Weight (Full Configuration)	Dimensions (H x W x D)
UPS5000-E-200K-SM	Routed in and out from the top or bottom	50 kVA,	330 kg	2000 mm x 600 mm x 850 mm
UPS5000-E-200K-FM	Routed in and out from the top, routed in and out from the bottom (install a cable entry cabinet)	100 kVA, 150 kVA, 200 kVA	390 kg	



(1) Power modules

(4) Power distribution subrack cover

(7) Maintenance bypass switch

(10) Main input switch

(2) Bypass module

(5) Filler panel

(8) Folder

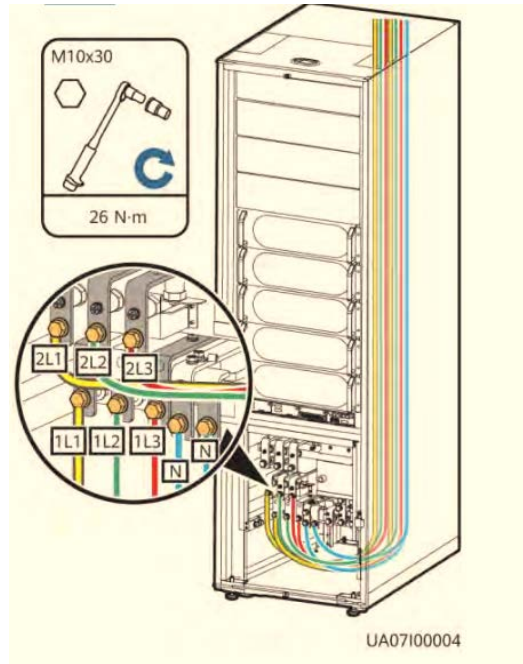
(11) Output switch

(3) Control module (CM)

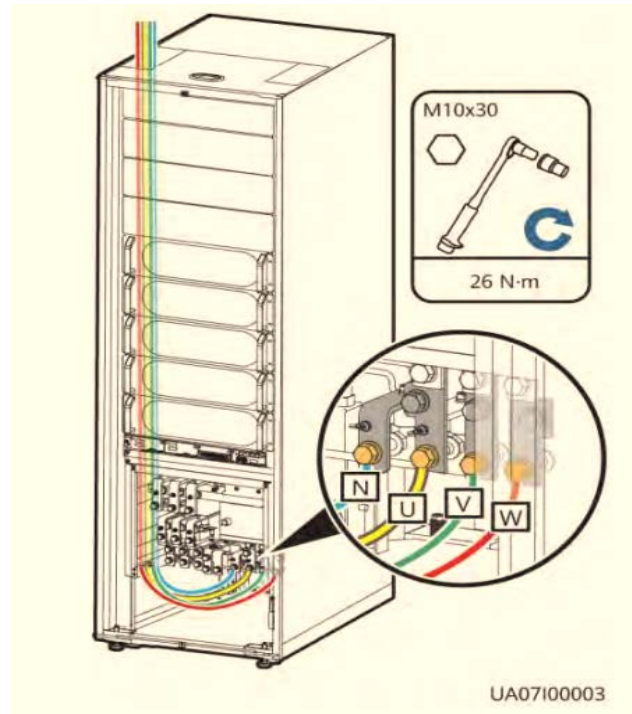
(6) Monitor display unit (MDU)

(9) Bypass input switch

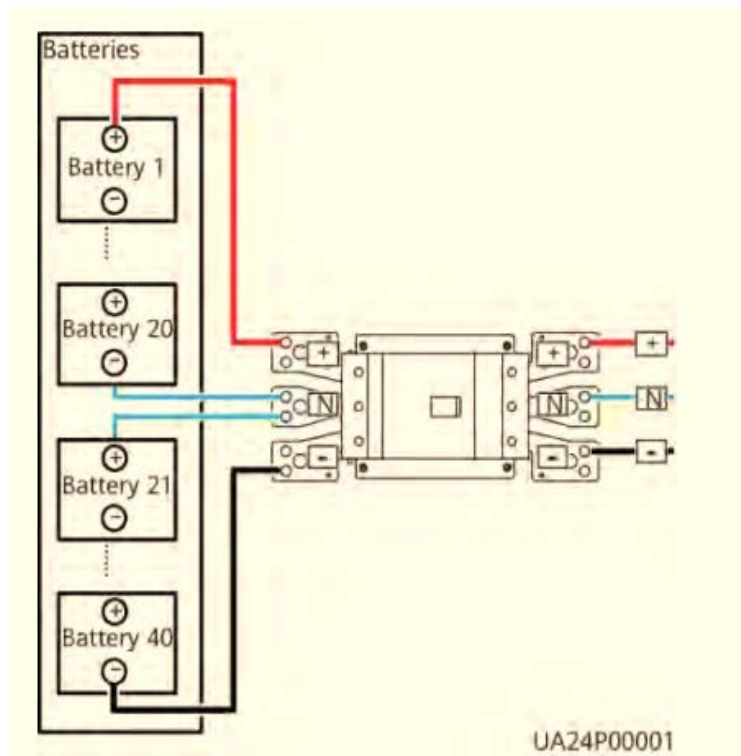
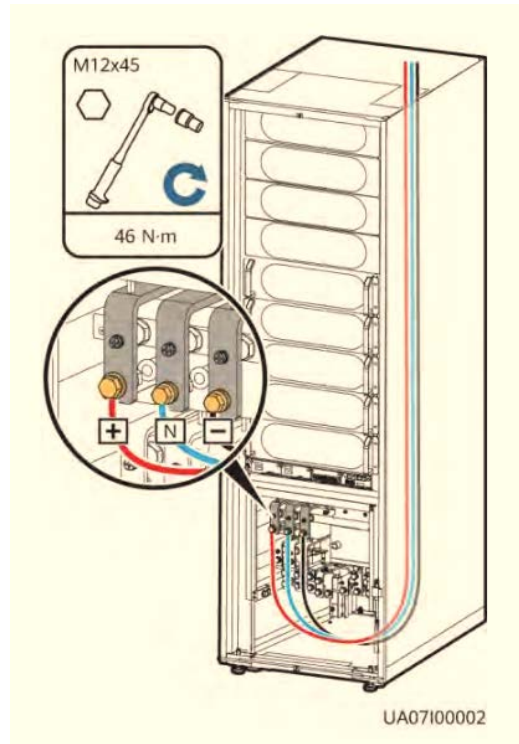
توصيل كابلات الدخل الرئيسية main Power cables input وكابلات ال bypass



توصيل كابلات الخرج الرئيسية لوحدة UPS



توصيل كابلات البطارية



حساب بطاريات وحدة UPS5000-E-200K

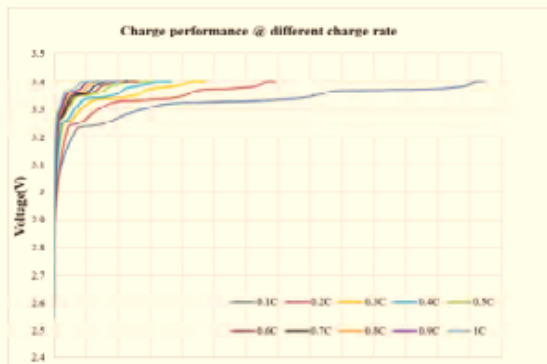
144kW load backup 5 minutes UPS and battery calculation

Item description	Calculation Formula	Unit	Value
Total load power consumption	P_L	kW	144
Load power factor	$\cos\phi$	/	0.96
Load apparent power	$S_L = P_L \div \cos\phi$	kVA	150.00
UPS Selection	S_{UPS}	kVA	150
UPS Load rate	$\lambda = S_L \div S_{UPS} \times 100\%$	/	100.00%
UPS efficiency	η	/	95.00%
Total battery power required for constant power discharge	$W_{TB} = P_L \div \eta$	kW	151.58
The number of banks for UPS	N_B	pcs	1
The number of battery unit for per bank	N_U	pcs	40
Discharge power requirement of per cell battery	$W_{PBr} = W_{TB} \times 1000 \div N_B \div N_U \div 6$	W/cell	631.58
Battery Model Selection	/	/	power.com XC 122600
Capacity of per battery bank	/	Ah	86
End of discharge voltage	/	V	1.67
Backup time	/	min	5
Discharge power of per cell battery for selected model@1.67V,5min	W_{PBS}	W/cell	637.60
Verify battery selection, deviation	$V = (W_{PBS} - W_{PBr}) \div W_{PBr} \times 100\%$	/	0.95%
Battery selection result	/	/	1 bank with 40 units 12V/86Ah battery for each UPS

power.com XC 122600 Constant Power Discharge (Watts) at 25°C(77°F)														
P.V/Time	3min	5min	10min	15min	30min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h
1.85V/cell	503.6	450.1	354.7	292.8	190.5	117.6	85.8	68.5	48.2	37.8	31.2	26.6	20.4	16.7
1.80V/cell	508.6	521.1	393.5	312.3	204.3	124.2	89.8	71.8	50.5	39.4	32.4	27.6	21.2	17.3
1.75V/cell	679.4	577.8	424.1	334.9	211.8	127.1	91.4	73.0	51.2	39.8	32.8	27.9	21.4	17.5
1.70V/cell	734.5	617.7	441.5	343.4	214.4	127.7	91.6	73.1	51.3	39.8	32.8	27.9	21.5	17.5
1.65V/cell	766.4	637.6	448.4	345.5	214.6	127.7	91.6	73.1	51.3	39.8	32.8	27.9	21.5	17.5
1.60V/cell	832.5	673.1	454.3	346.1	214.6	127.7	91.6	73.1	51.3	39.8	32.8	27.9	21.5	17.5

144kW load backup 10 minutes UPS and battery calculation

Item description	Calculation formula	Unit	Value
Total load power consumption	P_L	kW	144.00
Load power factor	$\cos\phi$	/	0.96
Load apparent power	$S_L = P_L / \cos\phi$	kVA	150.00
Total UPS capacity (each side)	S_{UPS}	kVA	150
UPS Load rate	$\lambda = S_L / S_{UPS} \times 100\%$	/	100.00%
UPS Inverter efficiency on battery model	η	/	96.00%
UPS heat consumption	Q	kW	6.00
Battery type	/	/	SmartLi
battery backup time	T	min	10
Discharge rata		/	6
Efficiency of Li-ion Battery Cell	$K1$	/	0.8
Efficiency of UPS Battery Inverter	$K2$	/	0.95
Derated Factor of Battery Parallel System	$K3$	/	0.98
Efficiency of Intelligent Battery Management Module	$K4$	/	0.98
Nominal Capacity at the initial capacity	C	kWh	68.54
80% Cut-off Capacity (EOL of 10 years) at 30°C	$C1$	kWh	54.832
Li-battery Cabinet Qty.	$N = P_L / (K1 * K2 * K3 * K4) * T / 60 / C$	nos	0.48
Li-battery config: cabinet nos	/	nos	0.50
Actual backup time at the initial capacity	/	min	10.42
Actual backup time at 80% Cut-off Capacity	/	min	8.34
Battery selection result(each side)	/	/	0.5 nos Li-battery cabinets for each side UPS
UPS heat consumption (150kVA UPS)	$144 / 0.96 - 144$	kW	6.00
Lithium battery heat consumption (0.5 Li-battery Cabinet for 150kVA UPS)	/	kW	1.18
Charging time	Charging current: 30 A, Charge rate: 0.2C	h	7.00



صور من اختبار وحدة الUPS5000-E-200K



منظر علوي مع مجموعة التهوية



منظر داخلي بعد فتح الباب الأمامي لجهاز UPS5000-E-200K-SM



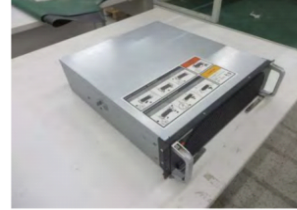
منظر خارجي لوحدة الطاقة: PM50K-V4S



منظر علوي مع مجموعة التهوية للعلوية



منظر خارجي لوحدة شاشة للمراقبة



منظر أمامي لوحدة Bypass module

صور من اختبار أنظمة تخزين طاقة البطاريات

أولاً:- وصف خلية البطارية

Model:	IFP20100140A-27Ah	
Manufacturer:	Hefei Gotion High-tech Power Energy Co., Ltd.	
Nominal capacity:	27 Ah	
Nominal voltage:	3.2 V	
Chemistry:	Lithium ion, LiFePO ₄	
Maximum charge current:	54 A	
Maximum discharge current:	162 A	
Maximum charge voltage:	3.65 V	
Upper limit charging voltage:	3.85 V	
Cut-off Voltage:	2 V	
Charge temperature range:	-10°C to 60°C	
Discharge temperature range:	-30°C to 65°C	
External dimensions:	T*W*H: (21.3±0.9) mm*(100.5±0.5) mm*(144.8±0.5) mm	
Weight:	605g±18g	
UL 1973 compliant:	<input type="checkbox"/> Yes / <input type="checkbox"/> No	Reference: N/A
UL 9540A report provided:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes / <input type="checkbox"/> No	Reference: Report No. 80064652, issued by CSA

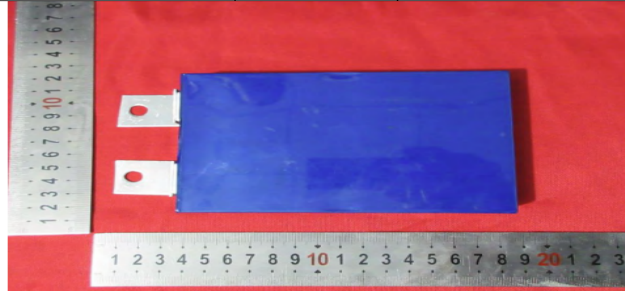


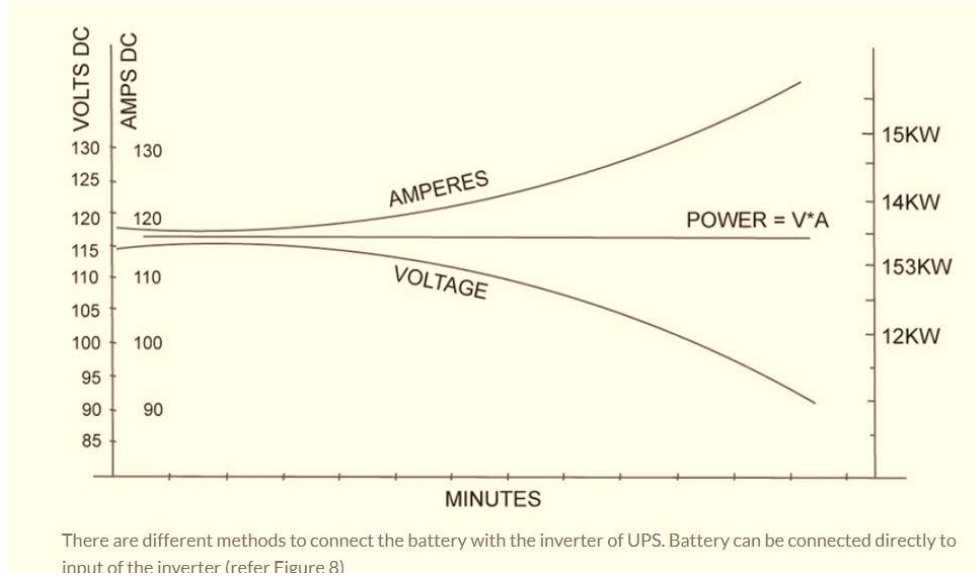
Figure 1. View of component cell.

ثانيا:- صور التكوينات المختلفة لوحدة البطاريات

	
<p>منظر جانبي لوحدة البطاريات Battery system</p>	<p>منظر علوي لوحدة Battery Module</p>
	
<p>منظر خارجي لوحدة التحكم</p>	<p>أبعاد وحدة البطاريات</p>
	
<p>منظر شغل لتكوين وحدة البطاريات</p>	<p>منظر داخلي لوحدة التحكم</p>
	
<p>توصيل البطاريات</p>	<p>تكوين battery module</p>

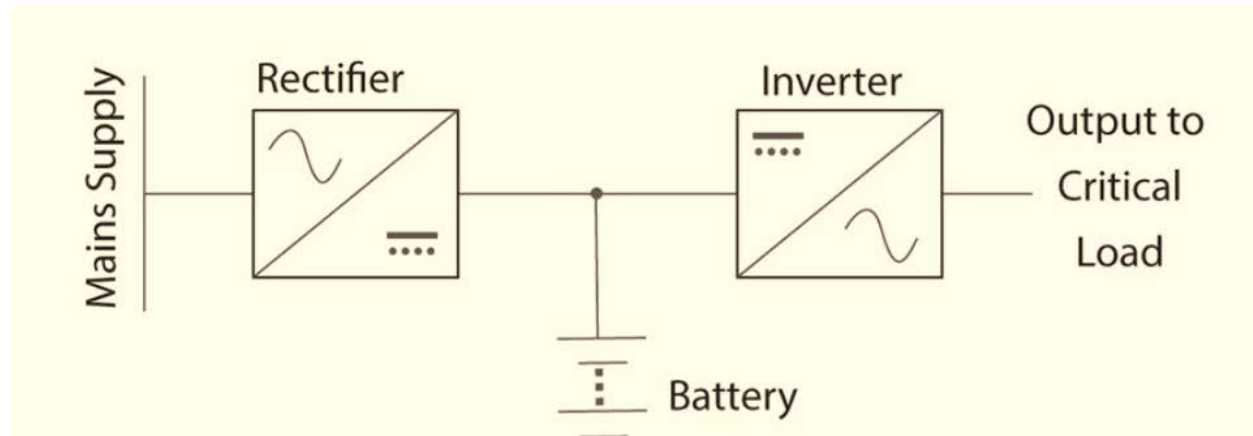
حساب حجم البطارية لأنظمة UPS

يوفر عاكس وحدة الطاقة الغير منقطعة جهدًا ثابتًا للأحمال المتصلة به أثناء تفريغ البطارية، توفر البطارية طاقة ثابتة لعاكس وحدة الطاقة غير المنقطعة UPS. ينخفض جهد دخل التيار المستمر إلى العاكس أثناء التفريغ. للحفاظ على خرج طاقة ثابت، يزداد تيار تفريغ البطارية وفقًا لذلك

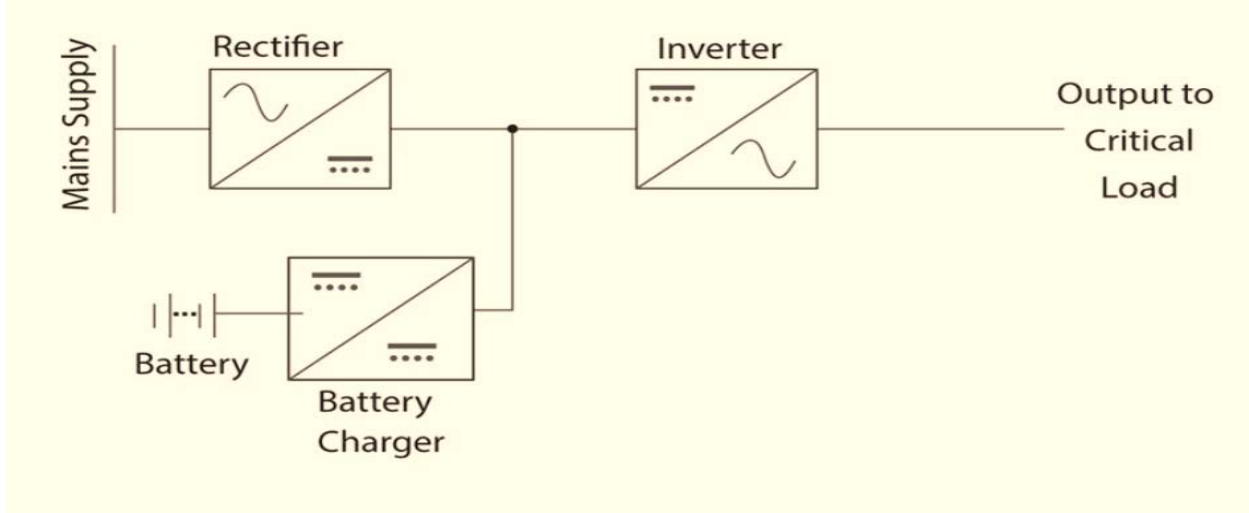


هناك طرق مختلفة لتوصيل البطارية بعاكس وحدة الطاقة غير المنقطعة يمكن توصيل البطارية مباشرة بمدخل inverter (راجع الشكل التالي)

في هذه الحالة، يعتمد الحمل على البطارية بشكل كامل على حمل الخرج المتصل inverter وخسارة the inverter bridge.



يتم توصيل البطارية بمحول DC-DC ويتم توصيل خرج محول DC-DC كمدخل إلى UPS راجع الشكل التالي في هذه الحالة، يعتمد الحمل على البطارية على حمل الخرج المتصل بالعاكس، وخسائر the inverter bridge، وكذلك خسائر محول DC-DC، مما قد يزيد من سعة البطارية المطلوبة



كفاءة وحدة الطاقة الغير منقطعة UPS وعامل القدرة

يتم تحديد تقييمات طاقة وحدة الطاقة الغير منقطعة بالفولت أمبير (VA) و/أو بالواط. التصنيف بالواط يساوي التصنيف بالفولت أمبير مضروباً في عامل القدرة.

تصنيف طاقة خرج UPS بالواط = خرج UPS بالفولت أمبير x عامل القدرة

حمل البطارية لغرض التحجيم هو تصنيف إخراج UPS بالواط مقسوماً على كفاءة inverter. يجب أن تعتمد الكفاءة على مخرجات وحدة الطاقة الغير منقطعة المقدرة

$$\text{Nominal battery load in W} = \frac{\text{UPS output power in kilo watts} \times 1000}{\text{Inverter efficiency}}$$

$$\text{Nominal battery load in W/Battery} = \frac{\text{Nominal battery load in W}}{\text{No of Battery}}$$

القانون النهائي لحساب سعة البطارية

$$\text{Battery Load in W/Battery} = \text{Nominal battery load in W/Battery} \times \text{ageing factor} \times \text{temperature correction factor} \times \text{design margin}$$

مثال رقم 1-

في أحد مشاريع الداتا سنتر تم اختيار وحدة الطاقة الكهربائية الغير منقطعة UPS ذات المواصفات التالية يرجى حساب سعة البطارية

10 mins backup on a 500KVA UPS with an output power factor of 0.8

UPS Rating (KVA)	500KVA	Specified by Customer or Consultant
Actual Load on UPS (KVA)	500KVA	Specified by Customer or Consultant
Output Power Factor	0.8	Specified by Customer or Consultant
Inverter Efficiency (n)	95%	Based on UPS Manufacturer's data
No of Batteries	50 Nos	Based on UPS Manufacturer's data
End Cell Voltage (ECV)	1.75V	Specified by Customer or Consultant
Backup time required (in mins)	10 mins	Specified by Customer or Consultant
Ageing Factor	1.25	Specified by Customer or Consultant
Design Margin	1	Specified by Customer or Consultant
Temperature Correction Factor	1	Specified by Customer or Consultant

$$\text{Arrive UPS output power rating in watts} = \text{UPS output in volts-amperes} \times \text{power factor}$$

$$= 500 \times 0.8 = 400 \text{ kw}$$

الخطوة الثانية

Arrive the nominal battery load in W

$$\begin{aligned} \text{Nominal battery load in W} &= \frac{\text{UPS output power in kW} \times 1000}{\text{Inverter efficiency}} = \frac{\text{Answer of Step 1}}{\text{Inverter efficiency}} \\ &= \frac{400 \times 1000}{0.95} = 421053 \text{ W} \end{aligned}$$

الخطوة الثالثة

Arrive the nominal battery load in W per Battery

$$\text{Nominal battery load in W/Battery} = \frac{\text{Answer of step 2}}{\text{No of Battery}} = \frac{4721053}{50} = 8421 \text{ W/Battery}$$

الخطوة الرابعة

Arrive at the adjusted battery power required by taking into consideration design margin, ageing factor and TCF (Temperature correction factor)

$$\text{Adjusted nominal battery load in W/Battery} = \text{Answer of Step 3} \times \text{Design Margin} \times \text{Ageing Factor} \times \text{TCF}$$

$$= 8421.05 \times 1 \times 1.25 \times 1$$

$$= 10526 \text{ W/Battery}$$

As the maximum available AH is 200AH Battery in 12V SMF VRLA battery, we need to parallel multiple strings of battery to achieve the desired backup time.

الخطوة الخامسة

$$\text{No of strings required} = \frac{\text{Watts/Per battery required (Answer of step 4)}}{\text{Watts the battery can deliver (from battery manufacturer datasheet)}}$$

$$\begin{aligned} &\text{A 160AH battery can deliver 3552 W at end cell voltage of 1.75V/Cell for 10 mins} \\ &= \frac{10526 \text{ W}}{3552 \text{ W}} = 2.96 \text{ strings} = 3 \text{ strings} \end{aligned}$$

ومن ثم في هذا السيناريو، فإن 3 strings من بطارية 160 AH مع 50 بطارية في كل string ستوفر 10 دقائق احتياطية عند جهد الخلية النهائي الذي يبلغ 1.75 فولت/خلية.

مثال رقم 2

المطلوب اختيار البطارية المناسبة لوحدة UPS بسعة 800 كيلو فولت أمبير لأحد مباني الداتا سنتر في مدينة جدة

800kVA IT UPS for POD's retime is 7 Min

الحل من جداول شركة شنايدر



Battery Selection Parameters

Data :

UPS Range	: Galaxy VXL
Nominal Rating (kVA)	: 800
Power factor	: 0.9
Load power (kW)	: 720 kW AC
DC/AC Efficiency	: 96%
Battery power (BP)	: 750000 W DC
Cells per string (n)	: 136
Total final voltage	: 384 VDC
Final voltage per cell	: 3 VDC
Total # of Cabinets (N)	: 4
Aging Factor (AF)	: 1.00
Design Margin (DM)	: 1.25

Power to be supplied per Cell / Cabinet for LIBSESMGG17IEC, with reference to Data performance:

$$P_{cell} = BP \times DM \times AF / (n \times N)$$

Power Supplied Per Cell (P cell) = $750000 \times 1 \times 1.25 / (136 \times 4) = 1723,34 \text{ W}$

Power Supplied Per Cabinet (P cab): 184 kW

Runtime: 7.0 Minutes @ End of Life (EOL)

Chosen battery 4 Cabinets x LIBSESMG17IEC (Samsung 136S1P)

		GVXL - 875kW 400V/50Hz pf 0.9. Runtime in minutes. End of life data							
		# cabinets (Samsung 136S1P). EOL: 10.1 yr/80% SOH/23°C ambient. Version 36							
UPSLoad	DCLoad	3	4	5	6	7	8	9	10
22%	199	23:30	31:30	39:30	48:00	56:00	64:00	72:30	80:30
44%	398	11:00	15:00	19:30	23:30	27:30	31:30	35:30	39:30
65%	597	7:00*	10:00	12:30	15:00	18:00	20:30	23:30	26:00
87%	796	-	7:00*	9:20	11:00	13:00	15:00	17:30	19:30
Nominal capacity [kWh]		103.8	138.4	173.0	207.6	242.2	276.8	311.4	346.0

* Only partial discharge.
Tolerance is +/-10% at Begin of Life (BOL). End of Life (EOL) tolerances will double the BOL tolerances.
All data may change without notice.
Valid for both the ELPM 182 module as well as the EM2031 module

Heat Dissipation Table

		GVXL - 875kW 400V/50Hz pf 0.9. Total heat loss (kW) after a discharge (up to 6 h).							
		# cabinets (Samsung 136S1P). SOH 80%. Charger setting 20%. Version 36.							
UPSLoad		3	4	5	6	7	8	9	10
22%		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
44%		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
65%		0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
87%		-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2

مثال رقم 3

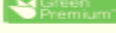
المطلوب اختيار البطارية المناسبة لوحدة UPS بسعة 200 كيلو فولت أمبير لأحد مباني الداتا سنتر في السعودية

200kVA Mech UPS for POD's

الحل من جداول شركة شنايدر

Product datasheet

Specifications

 **Green Premium**



Galaxy VS UPS 100kW 400V for External Batteries, Start-up 5x8

GVSUPS100KH5

Battery Selection Parameters

Data :

UPS Range	: Galaxy VL
Nominal Rating (kVA)	: 200
Power factor	: 0.9
Load power (kW)	: 180 kW AC
DC/AC Efficiency	: 96.3%
Battery power (BP)	: 173340 W DC
Cells per string (n)	: 128
Total final voltage	: 384 VDC
Final voltage per cell	: 3 VDC
Total # of Cabinets (N)	: 2
Aging Factor (AF)	: 1.00
Design Margin (DM)	: 1.25

Power to be supplied per Cell / Cabinet for LIBSESMGG16IEC, with reference to Data performance:

$$P_{cell} = BP \times DM \times AF / (n \times N)$$

Power Supplied Per Cell (P cell) = $173340 \times 1 \times 1.25 / (128 \times 2) = 846.40 \text{ W}$

Power Supplied Per Cabinet (P cab) : 173 kW

Runtime: 15.0 Minutes @ End Of Life (EOL)

Chosen battery 2 Cabinets x LIBSESMG16IEC (Samsung 128S1P)

		GVL - 200kW 400V/50Hz pf 0.9. Runtime in minutes. End of life data							
		# cabinets (Samsung 128S1P). EOL: 10.1 yr/80% SOH/23°C ambient. Version 36							
UPSLoad	DCLoad	1	2	3	4	5	6	7	8
23%	46.9	31:30	64:00	96:30	125:00	160:00	190:00	225:00	255:00
45%	93.4	15:30	31:30	48:00	64:30	80:30	97:00	110:00	130:00
68%	140	10:00	20:30	31:30	42:30	53:30	64:30	75:30	86:00
90%	187	7:00*	15:00	23:30	31:30	40:00	48:00	56:00	64:30
Nominal capacity [kWh]		32.6	65.2	97.8	130.4	163.0	195.6	228.2	260.8

* Only partial discharge.

Tolerance is +/-10% at Begin of Life (BOL). End of Life (EOL) tolerances will double the BOL tolerances.

All data may change without notice.

Valid for both the ELPM 182 module as well as the EM2031 module

Heat Dissipation Table

		GVL - 200kW 400V/50Hz pf 0.9. Total heat loss (kW) after a discharge (up to 6 h).							
		# cabinets (Samsung 128S1P). SOH 80%. Charger setting 20%. Version 36.							
UPSLoad		1	2	3	4	5	6	7	8
23%		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
45%		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
68%		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
90%		0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

مثال رقم 4

المطلوب اختيار البطارية المناسبة لوحدة UPS بسعة 250 كيلو فولت أمبير لأحد مباني الداتا سنتر في السعودية

250kVA Mech UPS for HOUSE LOAD

الحل من جداول شنايدر

Battery Selection Parameters

Data :

UPS Range	: Galaxy VL
Nominal Rating (kVA)	: 250
Power factor	: 0.9
Load power (kW)	: 225 kW AC
DC/AC Efficiency	: 96.3%
Battery power (BP)	: 233402.5 W DC
Cells per string (n)	: 128
Total final voltage	: 384 VDC
Final voltage per cell	: 3 VDC
Total # of Cabinets (N)	: 3
Aging Factor (AF)	: 1.00
Design Margin (DM)	: 1.25

Power to be supplied per Cell / Cabinet for LIBSESMGG16IEC, with reference to Data performance:

$$P_{\text{cell}} = BP \times DM \times AF / (n \times N)$$

Power Supplied Per Cell (P cell) = $233402.5 \times 1 \times 1.25 / (128 \times 3) = 607,90 \text{ W}$

Power Supplied Per Cabinet (P cab) : 173 kW

Chosen battery 3 Cabinets x LIBSESMG16IEC (Samsung 128S1P)

Runtime: 15.0 Minutes @ End Of Life (EOL)

		GVL - 250kW 400V/50Hz pf 0.9. Runtime in minutes. End of life data							
		# cabinets (Samsung 128S1P). EOL: 10.1 yr/80% SOH/23°C ambient. Version 36							
UPSLoad	DCLoad	1	2	3	4	5	6	7	8
23%	58.6	25:00	51:00	77:00	100:00	125:00	155:00	180:00	205:00
45%	117	12:00	25:00	38:00	51:00	64:00	77:30	90:30	100:00
68%	175	7:50	16:30	25:00	34:00	42:30	51:30	60:00	69:00
90%	234	-	12:00	18:30	25:00	31:30	38:00	44:30	51:00
Nominal capacity [kWh]		32.6	65.2	97.8	130.4	163.0	195.6	228.2	260.8

* Only partial discharge.

Tolerance is +/-10% at Begin of Life (BOL). End of Life (EOL) tolerances will double the BOL tolerances.

All data may change without notice.

Valid for both the ELPM 182 module as well as the EM2031 module

Heat Dissipation Table

		GVL - 250kW 400V/50Hz pf 0.9. Total heat loss (kW) after a discharge (up to 6 h).							
		# cabinets (Samsung 128S1P). SOH 80%. Charger setting 20%. Version 36.							
UPSLoad		1	2	3	4	5	6	7	8
23%		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
45%		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
68%		0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
90%		-	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4

مثال رقم 5

UPS 40kVA, PF=1, Vdc=240Vdv, Vcutoff=1.70V/cell, DC/AC efficiency at 80% of charge $\eta_{80\%}=95\%$

Charge 32kW, Autonomy 30 mins

Battery used: Vbat= 12V (formed from 6 cells in series of 2V), 40Ah

الحل

أولاً:- حساب الطاقة الناتجة من البطاريات

The power supplied by the batteries will be:

$$P_{\text{bat}} = \frac{P_{\text{charge}}}{\eta_{80\%}} = \frac{32,000 \text{ W}}{0.95} = 33,684 \text{ W}$$

From the constant power discharge table (at 25°C) taken from the battery data sheet:

F.V/time	2 mins	4 mins	5 mins	6 mins	8 mins	10 mins	15 mins	20 mins	30 mins	40 mins	45 mins	50 mins	60 mins	90 mins
1.60 V			1,794	1,636	1,373	1,263	968	788	577	463	421	387	335	244
1.65 V			1,673	1,534	1,303	1,205	944	763	564	454	417	386	334	240
1.67 V			1,624	1,494	1,275	1,182	935	753	559	451	415	386	334	239
1.70 V			1,549	1,430	1,228	1,143	916	737	548	442	409	382	332	236
1.75 V			1,422	1,321	1,149	1,075	877	704	530	428	399	374	325	231
1.80 V			1,302	1,217	1,069	1,006	825	675	507	410	383	361	314	226
1.85 V			1,188	1,118	996	943	773	639	486	396	364	337	296	222

We have established that each battery supplies 548 W for a 30 minute discharge, up to a voltage of a

1.70 V cell.

From the voltage V_{bat} allowed by the UPS, we can deduce that the single battery branch will contain:

$$\frac{V_{\text{DC}}}{V_{\text{bat}}} = \frac{240 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 20 \text{ batteries}$$

So, to have 60 minutes, each branch will have to provide:

$$P_{\text{branch}} = 548 \text{ W} \times 20 = 10,960 \text{ W}$$

To supply the charge you will need:

$$N_{\text{branches}} = \frac{P_{\text{bat}}}{P_{\text{branch}}} = \frac{33,648 \text{ W}}{10,960 \text{ W}} = 3.07 \approx 3$$

Three branches of 20 batteries will therefore be needed, making a total 60 batteries, to have 30 mins

of autonomy on a 32-kW charge.

مثال رقم 6

MODEL SPECIFICATIONS					
MODEL	DGR1101S	DGR1102S	DGR1103S	DGR1106XS	DGR1110XS
	DGR1101L	DGR1102L	DGR1103L	DGR1106XL	DGR1110XL
Capacity	1kVA	2kVA	3kVA	6kVA	10kVA
Input voltage range	110Vac-288Vac				
	100% load@>176Vac; 80% load@>154Vac 70% load@>132Vac; 50% load@>110Vac			100% load@ > 176Vac; 90% load@ > 160Vac 80% load@ > 140Vac; 60% load@ > 110Vac	
Input frequency	40-70Hz				
Input PF	≥0.97			≥0.99	
Voltage regulation	±1 %				
Output frequency	50/60Hz				
Output PF	0.9			1.0	
Overload capability (Inverter mode)	105%-130%: to bypass 1 min; 150%: to bypass after 30 sec			110%:for 10 min ;125%:for 1min ; 150%:for 30 sec	
Overload capability (Battery mode)	105%-130%: shutdown after 10 sec; 150%: shutdown after 5 sec			110%: shut down after 1 min; 130%:shut down after 10 sec; >130%: shut down after 200 ms	
Crest factor	3:1				
Efficiency	87%	91%	90%	95%	
Display	LED+LCD				
Battery voltage	36Vdc	72Vdc	96Vdc	192Vdc	
Battery type/number	12V,7Ah*3	12V,7Ah*6	12V,7Ah*8	12V,7Ah*16	12V,9Ah*16
	External				
Interface	RS232,EPO				
Optional	USB, SNMP, Dry contacts			USB, SNMP, ECO kit, Dry contacts, Battery cabinet	
Operation temperature	0-40°C				
Relative humidity	0-95%(non-condensing)				
W*D*H(mm)	440*430*86	440*480*173	440*480*173	440*660*173	
	440*430*86	440*480*86	440*480*86	440*550*86	
Weight(kg)	11.5	25	31	59	67
	7	8	9.5	17.5	20.5

Specifications

Battery Model	GFM12-9			
Design Life (years, 25°C)	5			
Capacity (Ah, 25°C)	20HR (0.45A, 1.75V)	10HR (0.82A, 1.75V)	5HR (1.44A, 1.75V)	1HR(5.314A, 1.70V)
	9	8.2	7.2	5.314
Dimensions (mm)	Length	Width	Height	Total Height
	151	65.5	94	99
Approx. Weight (kg)	2.62			
Reference Internal Resistance (mΩ)	14 (full charged @ 25°C)			
Maximum Discharge Current (A/5 Sec.)	135			
Self-Discharge (25°C)	≤ 3% per month			
Charge Voltage (V/cell, 25°C)	Cycle use		Float use	
	2.45 (-3.5mV/°C/cell), max charge current: 2.7 A		2.27 (-3.5mV/°C/cell)	
Short Circuit Current (A)	230			

BATTERY SIZING CALCULATION

$$Ah@Cbt = \left\{ \left(\frac{kVA_{load} \times 1000 \times PF}{Eff.inverter \times No.of cells \times Voltage@endcell} \right) \times BT \right\}$$

Efficiency	: Inverter efficiency	: 0.95
kVA	: Load designed apparent power	: 5.63 kVA
PF	: Power factor (use 0.8 lagging)	: 0.80
Ah@Cbt	: Ah capacity of battery at required backup time	:
No. of cells	: Number of series connected battery cells	: 240.00 Nos
End Cell Voltage	: Battery cell voltage at end of discharge	: 1.75 V
BT	: Battery Discharge Time@ 10 mins. constant	: 0.40

$$Ah@Cbt = \left(\frac{5.625 \times 1000 \times 0.8}{0.95 \times 240 \times 1.75} \right) \times 0.40$$

$$Ah@Cbt = 4.51 \text{ Ah}$$

Make	: SACRED SUN
Model Number	: GFM 12-9
Capacity	: 9AH
Volatge per cell	: 2
No Of Cells	: 240.00
Back Up in mins.	: 10

Conclusion	: As per attached Manufacturer Catalogue	SACRED SUN	Model	GFM 12-9
Capacity	9AH	Ah of VDC	2	V of 240 Cells is considered for
	10 hrs. backup			

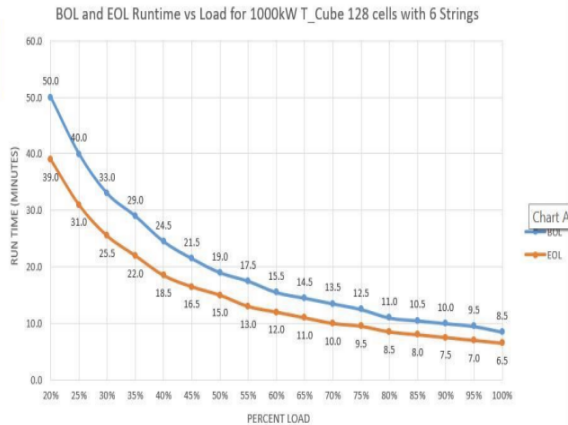
UPS Battery Calculation 1000 kW UPS

UPS Battery Calculation 1000kW UPS

UPS Notes: T_Cube	Version 4	5/11/2021	ENTER DATA HERE	EVERY TIME A SELECTION IS CHANGED, SELECT EACH OPTION AGAIN!
UPS Cap Kw: 1000	** SALES & SERVICE VERSION- EMEA/APAC		UPS T: T_Cube	
# of Strings: 6	**CONFIDENTIAL: PROPERTY OF VERTIV		UPS SIZE (kW): 1000	
PUBLISHED RUN TIMES ABOVE 10 MINUTES ARE ROUNDED DOWN TO WHOLE MINUTES			# of Strings: 6	Lithium Description 128=Samsung 25C , 136=Samsung 25C , 8825=HPL_4 25C , 8830=HPL_
			Lithium Brand: Samsung	30C , 11025=HPL_5 25C , 11030=HPL_5 30C , 13225=HPL_6 25C , 13230=HPL_6 30C ,
			Lithium Description: 128	15425=HPL_7 25C , 15430=HPL_7 30C
			RUNTIME BOL/EOL: 8.5/6.5	

BOL and EOL Runtime vs Load for 1000kW T_Cube 128 cells with 6 Strings

Load Percent	Load kW	Efficiency	kWB	kWB/ String	BOL	EOL	BOL WPC/Batt System	EODV
					Run Time MIN	Run Time MIN		
20%	200	96.0%	208.33	34.72	50.00	39.00	1628	3.20
25%	250	96.0%	260.42	43.40	40.00	31.00	2035	3.20
30%	300	96.0%	312.50	52.08	33.00	25.50	2441	3.20
35%	350	96.0%	364.58	60.76	29.00	22.00	2848	3.20
40%	400	96.0%	416.67	69.44	24.50	18.50	3255	3.20
45%	450	96.0%	468.75	78.13	21.50	16.50	3662	3.20
50%	500	96.0%	520.83	86.81	19.00	15.00	4069	3.20
55%	550	96.0%	572.92	95.49	17.50	13.00	4476	3.20
60%	600	96.0%	625.00	104.17	15.50	12.00	4883	3.20
65%	650	96.0%	677.08	112.85	14.50	11.00	5290	3.20
70%	700	96.0%	729.17	121.53	13.50	10.00	5697	3.20
75%	750	96.0%	781.25	130.21	12.50	9.50	6104	3.20
80%	800	96.0%	833.33	138.89	11.00	8.50	6510	3.20
85%	850	96.0%	885.42	147.57	10.50	8.00	6917	3.20
90%	900	96.0%	937.50	156.25	10.00	7.50	7324	3.20
95%	950	96.0%	989.58	164.93	9.50	7.00	7731	3.20
100%	1000	96.0%	1041.67	173.61	8.50	6.50	8138	3.20



Proposed 6No. battery cabinets Samsung 128 for each 950 kw ups

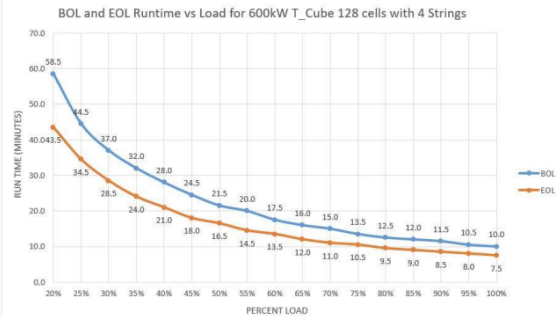
UPS Battery Calculation 600kW UPS

UPS Battery Calculation 600kW UPS

UPS Notes: T_Cube	Version 4	5/11/2021	ENTER DATA HERE	EVERY TIME A SELECTION IS CHANGED, SELECT EACH OPTION AGAIN!
UPS Cap Kw: 600	** SALES & SERVICE VERSION- EMEA/APAC		UPS T: T_Cube	
# of Strings: 4	**CONFIDENTIAL: PROPERTY OF VERTIV		UPS SIZE (kW): 600	
PUBLISHED RUN TIMES ABOVE 10 MINUTES ARE ROUNDED DOWN TO WHOLE MINUTES			# of Strings: 4	Lithium Description 128=Samsung 25C , 136=Samsung 25C , 8825=HPL_4 25C , 8830=HPL_
			Lithium Brand: Samsung	30C , 11025=HPL_5 25C , 11030=HPL_5 30C , 13225=HPL_6 25C , 13230=HPL_6 30C ,
			Lithium Description: 128	15425=HPL_7 25C , 15430=HPL_7 30C
			RUNTIME BOL/EOL: 10/7.5	

BOL and EOL Runtime vs Load for 600kW T_Cube 128 cells with 4 Strings

Load Percent	Load kW	Efficiency	kWB	kWB/ String	BOL	EOL	BOL WPC/Batt System	EODV
					Run Time MIN	Run Time MIN		
20%	120	96.0%	125.00	31.25	58.50	43.50	977	3.20
25%	150	96.0%	156.25	39.06	44.50	34.50	1221	3.20
30%	180	96.0%	187.50	46.88	37.00	28.50	1465	3.20
35%	210	96.0%	218.75	54.69	32.00	24.00	1709	3.20
40%	240	96.0%	250.00	62.50	28.00	21.00	1953	3.20
45%	270	96.0%	281.25	70.31	24.50	18.00	2197	3.20
50%	300	96.0%	312.50	78.13	21.50	16.50	2441	3.20
55%	330	96.0%	343.75	85.94	20.00	14.50	2686	3.20
60%	360	96.0%	375.00	93.75	17.50	13.50	2930	3.20
65%	390	96.0%	406.25	101.56	16.00	12.00	3174	3.20
70%	420	96.0%	437.50	109.38	15.00	11.00	3418	3.20
75%	450	96.0%	468.75	117.19	13.50	10.50	3662	3.20
80%	480	96.0%	500.00	125.00	12.50	9.50	3906	3.20
85%	510	96.0%	531.25	132.81	12.00	9.00	4150	3.20
90%	540	96.0%	562.50	140.63	11.50	8.50	4395	3.20
95%	570	96.0%	593.75	148.44	10.50	8.00	4639	3.20
100%	600	96.0%	625.00	156.25	10.00	7.50	4883	3.20



Proposed 4No. battery cabinets Samsung 128 for each 570 kw ups

حساب مقاس الكابل لوحدة الUPS سواء الداخل والخارج وإلى البطارية

يعتمد المقطع العرضي للكابلات على:

- الارتفاع المسموح بدرجات الحرارة
- انخفاض الجهد المسموح به

عند سحب الكابلات، يجب الحرص على الحفاظ على المسافات المطلوبة بين دوائر التحكم ودوائر الطاقة، لتجنب أي اضطرابات EMI ناتجة عن تيارات HF.

حالة خاصة للموصلات المحايدة

في الأنظمة ثلاثية الطور، تضاف التوافقيات من الدرجة الثالثة (ومضاعفاتها) للأحمال أحادية الطور إلى الموصل المحايد (مجموع التيارات على الأطوار الثلاثة) ولهذا السبب، يمكن تطبيق التالي

$$\text{neutral cross section} = 2 \times \text{phase cross section in Sq mm}$$

يمكن اشتقاق المقطع العرضي للكابلات المطلوبة لإدخال UPS باستخدام نفس الصيغة مثل كابلات الخروج، ولكن يجب اشتقاق طاقة الإدخال بـ KVA بناءً على

- الحمل المتصل Connected Load
- كفاءة العاكس Efficiency of the Inverter
- قوة شحن البطارية
- كفاءة المقاوم Efficiency of Rectifier
- عامل قوة Input power factor of rectifier
- الحد الأدنى من جهد التشغيل للمعدل

$$\text{Capacity of UPS in KVA} \times \text{Output Power Factor} \times 1000$$

$$\text{Inverter Input Power} = \frac{\text{Capacity of UPS in KVA} \times \text{Output Power Factor} \times 1000}{\text{Inverter Efficiency}}$$

$$\text{Inverter Efficiency}$$

$$\text{Inverter Input Power} + \text{Battery Charging Power}$$

$$\text{Rectifier Input Power} = \frac{\text{Inverter Input Power} + \text{Battery Charging Power}}{\text{Efficiency of Rectifier}}$$

$$\text{Efficiency of Rectifier}$$

$$\text{Rectifier Input Power in W}$$

$$\text{Input Power in VA} = \frac{\text{Rectifier Input Power in W}}{\text{Input Power Factor}}$$

$$\text{Input Power Factor}$$

حساب كابلات من البطارية إلى وحدات الUPS

يوفر عاكس UPS جهدًا ثابتًا للأحمال المتصلة به. أثناء تفريغ البطارية، توفر البطارية طاقة ثابتة لعاكس وحدة الطاقة العير منقطعة ينخفض جهد دخل التيار المستمر إلى العاكس أثناء التفريغ. للحفاظ على خرج طاقة ثابت، يزداد تيار تفريغ البطارية وفقًا لذلك. يجب أن يعتمد اختيار UPS إلى كابلات بنك البطارية على التيار عند الحد الأدنى من جهد التفريغ، والذي يمكن استخلاصه بناءً على الصيغة أدناه

UPS Capacity in KVA X Power Factor X 1000

Current I_{dc} in A = -----

No of Cells X End Cell Voltage X Inverter efficiency

Cable datasheet

Uninyvin Cable	Size(area)	Conductor Diameter "Max"			Overall Diameter "Max"				Conductor Resistance at 20°C "Max"			Max Current Rating "Amps"		
Core	"Sq. mm"	"mm"			"mm"				" Ω/ 900m"			BS-G-177		
22	0.347	0.838			2				49.66			11		
20	0.566	1.04			2.3				30.95			14		
18	0.966	1.32			2.5				17.82			18		
16	1.17	1.55			2.8				14.7			21		
14	2.05	1.95			3.4				8.41			31		
12	3.22	2.43			3.8				5.35			43		
10	5.33	3.15			5				3.23			61		
8	8.76	4.24			6.3				1.97			87		
6	13.3	5.54			7.5				1.3			115		
4	21.5	6.9			9.3				0.802			160		
2	33.3	8.76			11				0.517			200		
1	40.7	9.75			12.2				0.423			220		
0	53	11			13.7				0.325			240		
0	68.3	12.4			15.4				0.252			270		
0	84.2	13.9			16.9				0.204			300		
0	109	15.6			18.7				0.158			350		
Ambient Tem. °C		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Derating Factors		1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78	0.75	0.73	0.68	0.62	0.53	0.48	0.3

Uninyvin Cable No	"Sq. mm	Maximum Continuous Rating Amperes in Free Air			
		"Single Cable	3 Bunched Cables	7 Bunched Cables	2 Bunched Cables
22	0.347	11	7	5	4
20	0.566	14	9	7	5
18	0.966	18	13	10	6
16	1.17	21	15	11	7
14	2.05	31	24	17	12tt

اختيار وسائل الحماية (قواطع الدائرة أوالمصهرات)

قواطع الدائرة عبارة عن أجهزة كهروميكانيكية تعمل على حماية الدائرة من التيار الزائد والدوائر القصير. وتتمثل وظائفها الأساسية في توفير وسيلة إما لفتح الدائرة يدويًا وفتح الدائرة تلقائيًا في ظل ظروف الحمل الزائد أو دوائر القصير قد يكون التيار الزائد في الدائرة الكهربائية ناتجًا عن قصر الدائرة أو الحمل الزائد أو التصميم الخاطئ.

يعد MCCB بديلاً للمصهر لأنه لا يتطلب الاستبدال بمجرد اكتشاف الحمل الزائد. على عكس المصهر، يمكن إعادة ضبط MCCB بسهولة بعد حدوث خطأ ويوفر سلامة وراحة تشغيلية محسنة دون تكبد تكاليف التشغيل.

تحتوي قواطع الدائرة المقولبة بشكل عام التالي

Thermal element for overcurrent and Magnetic element for short circuit release which has to MCCBs are now available with a variety of releases or operating mechanisms and these are given below

- Thermal Magnetic Release
- Electronic Release
- Microprocessor Release

يرجى الرجوع الى

- Design guide for UPS by FUJI Electric
- Electrical know how

اختيار المولدات عند وجود وحدات الطاقة الغير منقطعة UPS

يوجد عدة طرق لإختيار وحساب المولد عند وجود وحدات طاقة غير منقطعة كالتالي :-

الطريقة الأولى :- المعادلات

$$KVA_{gen} = (KVA_{UPS} + KVA_{battery\ charge}) / (0.8 \times n) + KVA_{Essential\ loads}$$

Where:

- n is the efficiency of the UPS
- 0.8 is the deration factor

يتراوح شحن بطارية KVA بشكل عام من 0 إلى 25 بالمائة من UPS KVA (15 بالمائة هو المعدل الطبيعي). إذا لم يكن معروفاً، فاستخدم 25 بالمائة من UPS KVA تقريباً إذا كانت كفاءة UPS غير معروفة، فإننا نوصي بالتالي:

- Use 0.85 if UPS is less than 100 kW
- Use 0.875 if UPS is greater than or equal to 100 kW and less than 500 kW
- Use 0.90 if UPS is greater than or equal to 500 kW

الطريقة الثانية :- the Rule of thumb

يتطلب الجمع بين نظام UPS ومجموعة المولدات بعض الاعتبارات الخاصة لضمان التوافق.

نستخدم الإجراء التالي المكون من أربع خطوات لتحديد حجم مجموع المولدات الكهربائية التي تحتوي على أنظمة UPS ثابتة كجزء من كل حمولتها:

الخطوة رقم 1: ابحث عن مدخلات UPS بالكيلووات

الخطوة رقم 2: تعيين الحد الأدنى لحجم المولد

في هذه الخطوة، قم بتحديد حجم مجموعة المولدات المطلوبة لاحتواء تشوه الشكل الموجي على النحو التالي

إذا كان نظام وحدة الطاقة الغير منقطعة الخاص بك يحتوي six-pulse rectifier، فإن الحد الأدنى لضبط وضع الاستعداد يساوي

مدخل UPS بالكيلووات $1.6 \times$

إذا كان نظام وحدة الطاقة الغير منقطعة الخاص بك يحتوي 12-pulse rectifier، فإن الحد الأدنى لضبط وضع الاستعداد يساوي

مدخل UPS بالكيلووات $1.4 \times$.

الخطوة رقم 3: ضع في اعتبارك الأحمال الأخرى

تأكد من تحديد حجم مجموعة المولدات لاستيعاب الأحمال الأخرى في التطبيق.

حدد كيلووات الأحمال الأخرى، ثم أضفها إلى مدخل UPS كيلووات $1.15 \times$ لشحن البطارية.

الخطوة رقم 4: تحديد حجم مجموعة المولدات

قم بالتقريب إلى أقرب مجموعة مولدات احتياطية ذات حجم أكبر.

مثال لتحديد حساب المولد الذي يحتوى على وحدة الطاقة الغير منقطعة

نظام UPS مصنف بقدرة 200 كيلو فولت أمبير/180 كيلو وات وكانت قيمة دخل الطاقة الغير منقطعة من المورد 250 كيلو وات - مقوم بستة نبضات؛ الأحمال الأخرى المتصلة بمجموعة المولدات الكهربائية تبلغ 100 كيلو وات.

ما حجم المولد المناسب لتغذية هذه الأحمال؟

الحل كالتالى :-

الخطوة رقم 1:

من بيانات المورد، يبلغ دخل UPS 255 كيلو وات، بما في ذلك إعادة شحن البطارية.

الخطوة رقم 2:

255 كيلو وات $\times 1.6$ (مقوم بستة نبضات) = مجموعة مولدات بقدرة 408 كيلو وات كحد أدنى في وضع الاستعداد.

الخطوة رقم 3:

(255 كيلو وات $\times 1.15$) + 100 كيلو وات = مجموعة مولدات بقدرة 393 كيلو وات كحد أدنى في وضع الاستعداد مع أحمال أخرى.

الخطوة رقم 4:

إن المعيار 408 كيلو وات أكبر من 393 كيلو وات، لذلك يوصى باستخدام مجموعة مولدات احتياطية لا تقل عن 408 كيلو وات.

المولدات للداتا سنتر

المولد الكهربائي :- هو جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي. ويعمل المولد الكهربائي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي والذي هو الأساس في توليد التيار الحثي. وقد تطورت صناعة المولدات الكهربائية كثيراً من حيث إنتاج التيار الحثي المقوم إلى درجة عالية جداً، ويوجه المولد الكهربائي التيار الكهربائي للتدفق خلال دائرة كهربائية خارجية، كما أن مصادر المولد الكهربائي عديدة منها ما هو محرك متردد ومنها التوربينات التي تستخدم المحركات البخارية في عملها، أو عن طريق تساقط المياه في التوربينات والتي تعرف بالطاقة المائية، أو بمحركات الاحتراق الداخلي، أو توربينات الرياح، أو الهواء المضغوط، أو أي مصدر آخر من مصادر الطاقة الميكانيكية.

المولدات الكهربائية تغذي جميع الشبكات الكهربائية تقريباً

ويتم التحويل عكسياً من الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الميكانيكية عن طريق المحرك الكهربائي، والمولدات والمحركات الكهربائية لديها العديد من أوجه التشابه، كما أن العديد من المحركات الكهربائية يمكن أن تكون مدفوعة ميكانيكياً لتوليد الكهرباء، وكثيراً ما تجعل المحركات المولدات مقبولة عملياً

أحد أهم الجوانب التي يجب التفكير فيها هو كيفية استخدام المولد مع توفر الكثير من المعلومات ، من السهل الخلط بين المصطلحات الفنية والحقائق والأرقام الموجودة على الإنترنت .لذا ، فلنبدأ بتصنيفات الطاقة لمولدات الديزل.

المواصفة القياسية الدولية لمولدات الديزل بموجب ISO 8528 مجموعات توليد التيار المتردد المدفوعة بمحرك الاحتراق الداخلي ، هناك أربعة تصنيفات رئيسية للطاقة يمكن تصنيف مجموعات مولدات الديزل ضمنها:

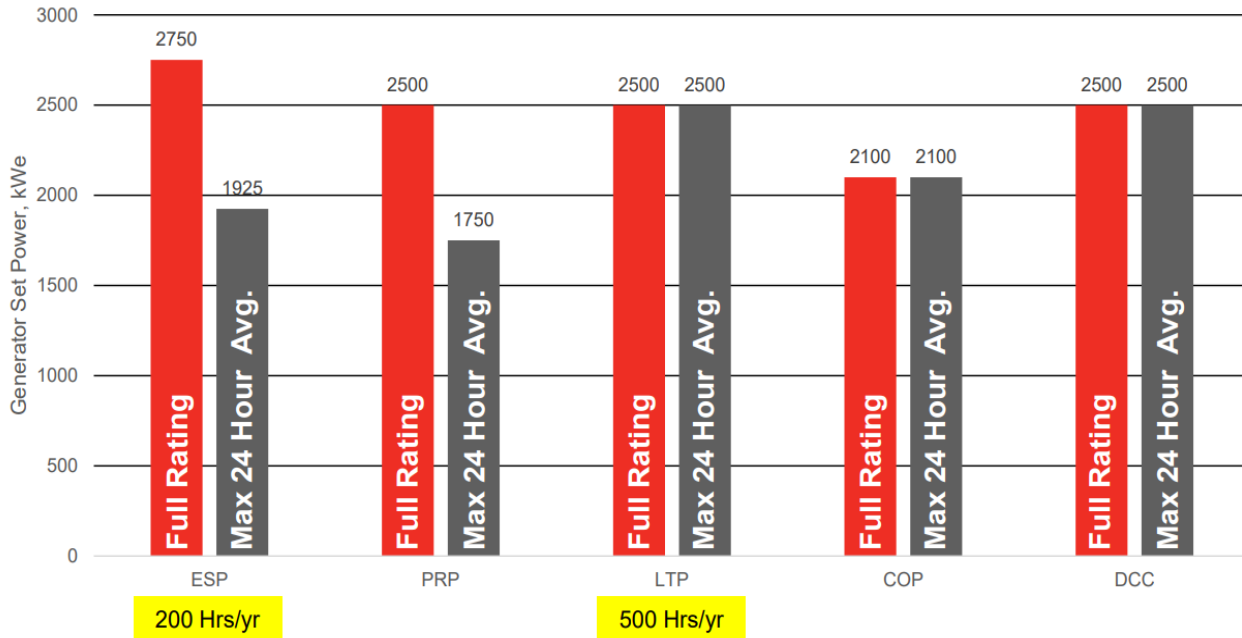
- **Prime Power (PRP)**
- **Emergency Standby Power (ESP)**
- **Limited-Time Running Power (LTP)**
- **Continuous Power (COP)**
- **Data Center Continuous (DCC)**

المكونات التي تشكل تصنيف الطاقة للمولد هي وقت التشغيل السنوي ، وتغير الحمل ومتوسط عامل التحميل من المهم أن نتذكر أنه يمكن استخدام مجموعة المولدات وفقاً لتصنيفات مختلفة ، ومع ذلك ، سيختلف أداء مجموعة

المولدات.

بموجب ISO 8528 ، يكون وقت التشغيل السنوي المتوقع لمجموعة المولدات الأولية غير محدود بمتوسط عامل تحميل 70% + من التصنيف الرئيسي. يجب أن تكون المولدات الأولية موثوقة ودائمة .

Generator Set Rating (ISO8528-1)	Emergency Standby Power (ESP)	Limited Time Prime (LTP)	Prime Rated Power (PRP)	Continuous Operating Power (COP)
Load Type	Variable	Constant	Variable	Constant
Annual operating hours	200	500	Unlimited	Unlimited
Average load	70%	100%	70%	100%
Overload	No	No	10% (1 hr/12 hrs, 25 hrs/year)*	No
Max. Alternator Rating (NEMA MG1-32)	Standby	Standby	Continuous	Continuous
Max. Alternator Ratings	Class H Standby 150/40 Standby 163/27 Class F Standby 125/40	Class H Standby 150/40 Standby 163/27 Class F Standby 125/40	Class H 125/40 Class F 105/40 Class B 80/40	Class H 125/40 Class F 105/40 Class B 80/40



1-Emergency Standby Generators

يوحي الاسم ، يتم استخدام المولدات الاحتياطية في حالات الطوارئ أو عند انقطاع التيار الكهربائي يتم استخدامها في العديد من الصناعات التي تحتاج إلى طاقة موثوقة مثل الرعاية الصحية والبناء وكذلك من قبل المنازل والشركات في المناطق الريفية والنائية

.على عكس مولد الطاقة الأساسي ، تم تصميم المولد الاحتياطي ليكون له استخدام محدود سنوياً (أقل من 200 ساعة تقريباً في السنة بمتوسط عامل تحميل 70% + من التصنيف الاحتياطي) ولكن يمكنه دعم الأحمال المتغيرة ، مثل prime genset.

2-Limited Time Running Power Generators

يمكن للمولدات التي لديها تصنيف طاقة تشغيل محدود الوقت أن تعمل بتغير أحمال غير محدد لما يصل إلى وقت تشغيل سنوي متوقع يصل إلى 500 ساعة أو أقل .لديهم أيضاً متوسط عامل تحميل بنسبة 100% + من التصنيف الرئيسي.

3-Prime Rated Power (PRP)

يتم تطبيق تصنيف مجموعة المولدات هذا عادةً على المولدات المستخدمة دون الاتصال بمرافق طاقة تجارية. تشمل التطبيقات النموذجية الاستخدام المؤقت أو إدارة الأحمال أو تشغيل المواقع خارج الشبكة مثل المواقع البرية وعمليات التعدين أو المحاجر أو الحفر عن بعد. يبلغ متوسط عامل الحمولة عادة 70% من السعة الكاملة، ولكن على عكس المولدات ذات التصنيف ESP ، يمكن للمحرك ذو التصنيف PRP أن يعمل لعدد غير محدود من الساعات. يُسمح بسعة التحميل الزائد بنسبة 10% لفترات زمنية قصيرة (بحد أقصى ساعة واحدة لكل 12 ساعة، وبحد أقصى 400 ساعة سنوياً).

4-Continuous Power Generators

مولدات الطاقة المستمرة تشبه إلى حد بعيد مولدات Prime لديهم وقت تشغيل سنوي متوقع غير محدود مثل المولد ؛ ومع ذلك ، فهي تتطلب تقلباً ثابتاً في الحمل ، ولديها متوسط عامل تحميل بنسبة 100 % ولا يمكن تحميلها بشكل زائد على عكس المولد الأساسي. تُستخدم المولدات المستمرة في الغالب في المواقع النائية وهي حل مثالي لتطبيقات الحمل الأساسي ، مثل تشغيل المضخات في المزارع وأنظمة التهوية في المناجم تحت الأرض .

5-Data Center Continuous (DCC)

وهذا تصنيف جديد نسبياً ينطبق على المولدات التي توفر الطاقة لمراكز البيانات. تحتاج مراكز البيانات إلى مصادر مخصصة لتوفير الطاقة دون انقطاع، لذلك يمكن للمولدات ذات التصنيف DCP العمل لعدد غير محدود من الساعات دون قيود على متوسط عامل الحمولة. تمت الموافقة على هذه التصنيفات من قبل معهد Uptime ، وهي منظمة استشارية مستقلة تشرف على البنية التحتية الرقمية في جميع أنحاء العالم.

تصنيف مولد الداتا سنتر

Engine Generator Requirements	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Rating to Support design load	Any; up to nameplate rating to support design load	Any; up to nameplate rating to support design load	Capable of supporting design load for unlimited hours at site conditions	Capable of supporting design load for unlimited hours at site conditions
Continuous	No additional requirement for hours of operation limitations		Full nameplate capacity	
Prime			Option 1: 70% of nameplate capacity Option 2: Larger capacity than Option 1 with manufacturer letter	
Standby			Can be used for Tier III and Tier IV with manufacturer letter; Tier Certification capacity dependent on manufacturer letter	
Derating for Site Conditions	Additional derating may be required due to site conditions (ambient temperatures, elevation)—consult manufacturer requirements			

يلبى المولد DCC متطلبات معهد Uptime لكل من Tier III & Tier IV

... "حيث تتوفر طاقة مرافقة موثوقة"...

تقييمات ISO 8528-1 وشهادة Uptime Institute من المستوى الثالث والرابع

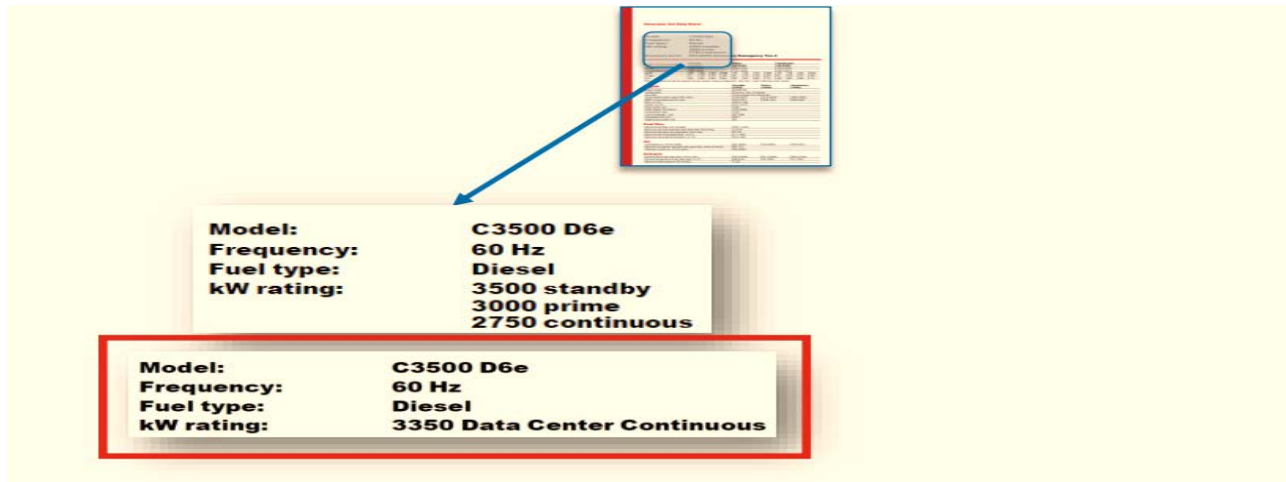
- المصدر الوحيد الموثوق للطاقة لمركز البيانات هو إنتاج الطاقة في الموقع
- لا يعتبر انقطاع التيار الكهربائي فشلاً بل حالة تشغيلية يجب أن يكون الموقع مستعداً لها
- يجب أن يستوفي نظام مولد المحرك من المستوى III أو المستوى IV ، بالإضافة إلى مسارات الطاقة والعناصر الداعمة الأخرى... اختبارات تأكيد الأداء أثناء حملهم للموقع باستخدام طاقة مولد المحرك
- لا يجوز أن يكون لمولدات المحركات لمواقع المستوى III والمستوى IV قيود على ساعات التشغيل المتتالية عند تحميلها حسب الطلب "N"

مثال على مولد من نوع DCC

Diesel generator set
QSK95 series engine
 2750 kW - 3350 kW 60 Hz
 Data Center Continuous
 EPA Tier 2 emissions regulated

Description
 Cummins Power Generation commercial generator sets are fully integrated power generation systems providing optimum performance, reliability and versatility for Data Center applications.

Features
Data Center Continuous (DCC) - Applicable for supplying power continuously to a constant or varying electrical load for unlimited hours in a data center application.
Uptime Compliant - Meets the requirement of a Tier III and IV data center site by being rated to run for unlimited hours of operation when loaded to 'N' demand for the engine generator set.



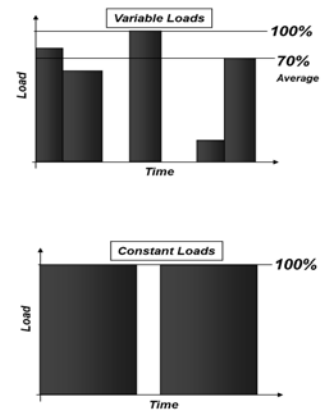
Model: C3500 D6e
Frequency: 60 Hz
Fuel type: Diesel
kW rating: 3500 standby
 3000 prime
 2750 continuous

Model: C3500 D6e
Frequency: 60 Hz
Fuel type: Diesel
kW rating: 3350 Data Center Continuous

Generator Set Model	Engine Model	ISO ESP	ISO LTP	ISO PRP	ISO COP	DCC
DQLE	QSK78-G12	2500	2275	2275	2000	2275
DQLF	QSK78-G12	2750	2500	2500	2100	2500
C3000D6e	QSK95-G9	3000	2750	2750	2500	2750
C3500D6e	QSK95-G9	3500	3000	3000	2750	3350

- Maximum Connected Load: 2500 kWe
- Typical Load: 1900 kWe
- Site Capacity: N+1 (2 paralleled generator sets)
- Generator Set Load: 950 kWe (greater than 35% engine load)

Rating	Emergency Standby Power	Prime Rated Power	Limited Time Prime	Continuous Operating Power	Data Centre Power
Load Profile	Variable	Variable	Constant	Constant	Variable OR Constant
Max Annual Run Hours	200	Unlimited	500	Unlimited	Unlimited

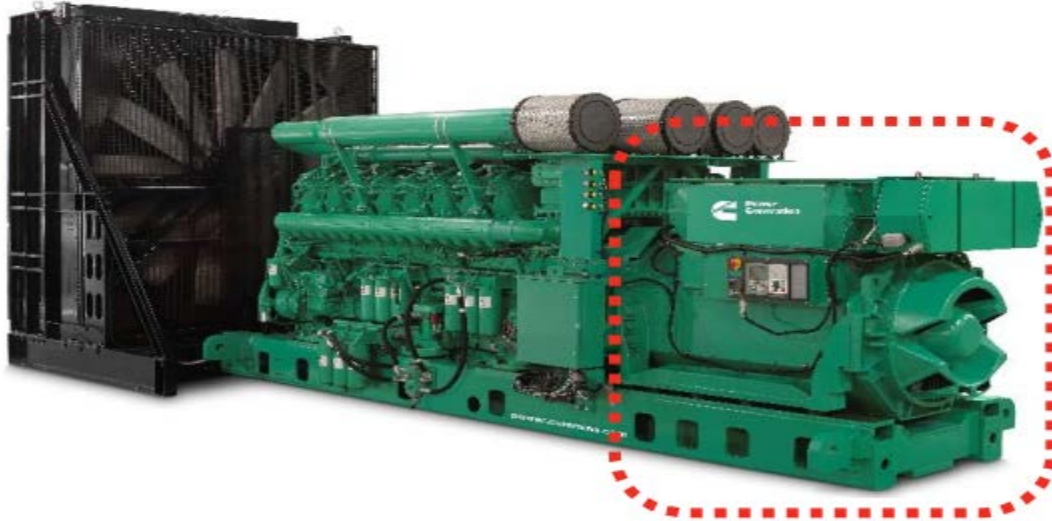


مثال على تصنيف مجموعة المولدات

- 1- تصنيف المولد من نوع ESP 2750 كيلووات**
 - الحد الأقصى لمتوسط الحمل خلال 24 ساعة (70%): 1925 كيلووات
 - 200 ساعة/سنة
- 2- تصنيف المولد من نوع PRP 2500 كيلو واط**
 - الحد الأقصى لمتوسط الحمل خلال 24 ساعة (70%): 1750 كيلووات
- 3- تصنيف المولد من نوع LTP 2500 كيلووات**
 - الحد الأقصى لمتوسط الحمل خلال 24 ساعة (100%): 2500 كيلووات
 - 500 ساعة/سنة مع حمل غير متغير
- 4- تصنيف المولد من نوع COP 2100 كيلووات**
 - الحد الأقصى لمتوسط الحمل خلال 24 ساعة (100%): 2100 كيلووات
- 5- تصنيف المولد من نوع DCC 2500 كيلو واط**
 - الحد الأقصى للمتوسط الحمل خلال 24 ساعة (100%): 2500 كيلووات
 - ساعات غير محدودة في تطبيق مركز البيانات

مثال يوجد مولد حسب المواصفات التالية

60Hz Diesel Model: C3500 D6e



- Standby: 3500 kWe
- Prime: 3000 kWe
- Continuous: 2750 kWe

طرق حساب قدرة المولد للمشاريع

يتم حساب قدرة المولد للمشاريع بعدة طرق كالتالى :-

1- طريقة القياس Measurement 220.87 Exception NEC 2017

وتستخدم للمباني القائمة بالفعل وهى عن طريق استخدام clamp-on Amp meter لقياس مستويات تحميل المنشأة مع أخذ القياس خلال مستويات الاستخدام القصوى.

$$240V \ 1\phi \text{ Applications} \quad (L1 + L2)120 / 1000$$

$$3\phi \text{ Applications} \quad \text{Peak Amps} = (L1 + L2 + L3) / 3$$

$$kW = [(Peak \ Amps \times Volts) \times 1.732] / 1000$$

حجم المولد أكبر بنسبة 20 إلى 25٪ من ذروة الحمل.

2- طريقة معرفة الأحمال من الفواتير المؤرشفة Billing History Method NEC2017-220.87

تستخدم أيضا للمباني القائمة بالفعل ويكون حجم المولد 25٪ أكبر من أكبر طلب في وقت الذروة.

3- طريقة تجميع الأحمال LSM

تستخدم الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

- تجميع أحمال التشغيل المستقرة لجميع المحركات بإستثناء (الحمل الأكبر) المتوقع تشغيلها اثناء فترة الذروة
- تجميع جميع الأحمال الأخرى (غير المحركات) المتوقع تشغيلها اثناء فترة الذروة
- تجميع الأحمال من الخطوة الأولى والثانية مع أحمال التشغيل العابر Starting لأكبر محرك
- إختيار المولد مع إضافة 25% لو كان يستخدم لنشاط تجارى أو 20% لو كان لنشاط سكنى
- التأكد من أن انخفاض الجهد يقع ضمن الحدود المقبولة من خلال مقارنة LRA للمحرك بال generator surge
- التأكد من توافق المولد مع UPS

Motor load running total (minus largest motor): _____ kW

Non-motor load total _____ kW

Starting load from largest cycling motor: _____ kW

Total electrical loads: = _____ kW

Select generator: Commercial (add 20 to 25% to total kW)
Residential (add 10 to 20% to total kW)

مثال رقم 1

المطلوب إختيار قدرة المولد اللازمة للأحمال التالية :-

- محركان بقوة 200 حصان ، رمز G ، كفاءة تشغيل بنسبة 92٪ ، ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل العابر يساوى 0.25 ومعامل القدرة أثناء التشغيل المستقر يساوى 0.91
- وأحمال إنارة فلورسنت بإجمالى 100 كيلو فولت أمبير ومعامل القدرة تساوى 0.95

الحل

أولاً:- حسابات المحركات

$$RkW = (200 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kW/hp}) / 0.92 = 162.2 \text{ kW}$$

$$RkVA = 162.2 \text{ kW} / 0.91 \text{ PF} = 178.2 \text{ kVA}$$

$$SkVA = 200 \text{ hp} \times 5.9 \text{ kVA/hp} = 1180 \text{ kVA}$$

$$SkW = 1180 \text{ kVA} \times 0.25 \text{ PF} = 295 \text{ kW}$$

ثانياً:- حسابات الإنارة

$$RkW = 100 \text{ kVA} \times 0.95 \text{ PF} = 95 \text{ kW}$$

$$RkVA = 100 \text{ kVA}$$

$$SkVA = 100 \text{ kVA}$$

$$SkW = 100 \text{ kVA} \times 0.95 \text{ PF} = 95 \text{ kW}$$

Load	RkW	RkVA	SkW	SkVA
200hp Motor	162.2	178.2	295	1180
200hp Motor	162.2	178.2	295	1180
Lighting	95	100	95	100
Total	419.4	456.4	685	2460

قدرة المولد المطلوب $552 = 95 + 295 + 162.2$ كيلو فولت أمبير

الأفضل إختيار مولد 500 كيلو وات لأحمال المستقبل

ملاحظة :- يتم قبل إختيار المولد تطبيق Derating Factor للمولد سيتم ذكره بعد قليل بالتفصيل.

مثال رقم 2

المطلوب إختيار قدرة المولد اللازم للأحمال الآتية :-

الحمل الأول :- 72 وحدة إنارة فلوروسنت تحتوى كل وحدة على مصباحين كل مصباح بقدرة 40 وات من النوع السريع البدء وتعمل على جهد 220 فولت

الحمل الثانى :- 7 سخانات تعمل كل منها عند جهد 220 فولت وتيار المقتن 20 أمبير

الحمل الثالث :- 4 محركات أحادية الوجه قدرة المحرك 5 حصان وتبدأ معا فى لحظة واحدة وتوصل مباشرة على الخط عند جهد 220 فولت والكفاءة لكل منهم 78% ومعامل القدرة أثناء الدوران 80%

الحمل الرابع :- 5 ماكينات لحام أحادية الوجه تعمل عند جهد 220 فولت تيار الماكينة الواحدة 19 أمبير ومعامل القدرة 40% Lagging

الحمل الخامس:- ثلاثة محركات ثلاثية الوجه تعمل على جهد 380 فولت وتبدأ تيار بدء مباشرة وقدرة المحرك 3 حصان

الحمل السادس :- محرك ثلاثى الوجه قدرته 80 حصان يبدأ بمحول ذاتى بمعامل قدرة 80% وجهد 380 فولت

الحمل السابع:- محرك ثلاثى الأوجه قدرته 80 كيلو وات تيار البدء له ستار دلتا على جهد 380 فولت

الحل كالتالى :-

Starting Load	Running Load
الحمل الأول	
لا يوجد	$P1=88 \times 24 / 1000 = 2.1 \text{ KW}$
	$S1=2.12 / 0.95 = 2.22 \text{ KVA}$
الحمل الثانى	
لا يوجد	القدرة القصوى للوجه $S2=P2=3 \times 220 \times 20 / 1000 = 13.2 \text{ KW}$
الحمل الثالث	
يأخذ معامل البدء 7.1 وبالتالي القدرة العابرة تساوى $Ss3=7.1 \times 5 \times 2 = 71 \text{ KVA}$	$S3=2 \times 5 \times 0.746 / 0.78 = 9.6 \text{ KW}$ $S3=9.6 / 0.8 = 12 \text{ kVA}$
الحمل الرابع	
لا يوجد	$S4=2 \times 220 \times 19 / 1000 = 8.36 \text{ KVA}$ القدرة القصوى للوجه $S4=8.36 \times 0.4 = 3.6 \text{ KW}$
الحمل الخامس	
حيث إن المحركات تبدأ مباشرة معامل البدء لها 7.1 وبالتالي فإن القدرة العابرة تساوى $Ss5=3 \times 7.1 = 21.3 \text{ KVA}$	$P5=3 \times 3 \times 0.746 / 0.825 = 8.1 \text{ KW}$ $S5=8.1 / 0.82 = 9.87 \text{ KVA}$
الحمل السادس	
حيث أن المحرك يبدأ بمحول ذاتى له نقطة تفرع عند 80% $Ss6=4.544 \text{ PM}$ $Ss6=4.544 \times 80 = 363 \text{ KVA}$	$P6=80 \times 0.746 / 0.905 = 65.9 \text{ KW}$ $S6=65.9 / 0.91 = 72 \text{ KVA}$
الحمل السابع	
حيث أن المحرك يبدأ ستر دلتا لذلك فإن $Ss7=2.343 \text{ PM}$ $Ss7=2.343 \times 134 = 313.9 \text{ KVA}$	$P7=134 \times 0.746 / 0.912 = 109.6 \text{ KW}$ $S7=109.6 / 0.91 = 120.4 \text{ KVA}$

محصولات القدرة الفعالة

$$P1-4=3X (2.112+13.2+9.6+3.6) =90 \text{ KW}$$

$$S1-4=3x (2.22+13.2+12+8.3) =38 \text{ KVA}$$

Starting	Running			رقم الحمل
Ss (KVA)	S(KVA)	P (KW)	PF	
21.3	114	90	0.789	1_4
21.3	9.87	8.1	0.82	5
363.52	72.4	65.9	0.91	6
313.9	109.6	100	0.91	7
	305.8	264	0.86	الحمل الكلى

إذا قدرة المولد تكون كالتالى :-

$$Ss=114+9.87+363.52+109.6=596.99 \text{ KVA}$$

ثم نختار اقرب قدرة للمولد **625 KVA**

ملاحظة :- يتم قبل إختيار المولد تطبيق Derating Factor للمولد سيتم ذكره بعد قليل بالتفصيل.

4-طريقة المعادلات :-

نقوم باستخدام المعادلات التالية لمعرفة قدرة المولد للمشاريع

$$PG_1 = \alpha \left(\frac{P_1}{\eta_1} + \frac{P_2}{\eta_2} + \frac{P_3}{\eta_3} + \dots + \frac{P_n}{\eta_n} \right) \times \frac{1}{PF_G} [KVA]$$

Where,

PG_1 : Generator capacity [kVA]

PF_G : Generator power-factor (standardized at 0.8)

P : Output of load [kW]

η : Efficiency of load (0.85)

α : Coefficient considering load factor, demand factor, margin of capacity, etc
(Motor : 0.9, Non-motor : 1.0)

$$PG_2 = \frac{\sum W_o + [Q_{Lmax} \times \cos \theta_{QL}]}{PF_G} [kVA]$$

Where

PG_2 : Generator capacity [kVA]

$\sum W_o$: Summation of operating load [kW],

$\cos \theta_{QL}$: Power factor during starting of the largest motor, 0.2

PF_G : Power-factor of diesel generator, 0.8

مطلوب حساب قدرة المولد الذي يغذى الأحمال التالية لأحد المشاريع

STG Essential Loads

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW
1	Lube oil pump #1	M	37	0.85	43.6
2	Lube oil pump #2	M	37	0.85	43.6
3	Jacking oil pump	M	30	0.85	35.3
4	Oil tank vapor extractor #1	M	0.75	0.85	0.89
5	Oil tank vapor extractor #2	M	0.75	0.85	0.89
6	Turning gear motor	M	1.5	0.85	1.76
7	Motor operated valves	N	3.0	1	3.0

DC & UPS, B.O.P Essential Load

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW
1	DC & UPS System	N	88	1	88
2	Boiler Lift	N	30	0.85	35.3
3	Air Handling Unit Supply Fan (common)	M	30	0.85	35.3
4	Air Handling Unit Return Fan (common)	M	11	0.85	13
5	Pump #1 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
6	Pump #2 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
7	Pump #3 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
8	Emergency Lightings (common)	N	7.5	0.85	8.9

لحساب قدرة EDG ، يتم النظر في الحالات التالية ؛

الحالة الأولى: السعة أثناء إيقاف تشغيل STG

الحالة الثانية: القدرة على بدء تشغيل أكبر محرك أثناء التشغيل على الجزيرة

STG Essential Loads

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW	*Duty Factor	Actual Load (kW)
1	Lube oil pump #1	M	37	0.85	43.6	1	43.6
2	Lube oil pump #2	M	37	0.85	43.6	0	0
3	Jacking oil pump	M	30	0.85	35.3	0.5	17.65
4	Oil tank vapour extractor #1	M	0.75	0.85	0.89	1	0.89
5	Oil tank vapour extractor #2	M	0.75	0.85	0.89	0	0

6	Turning gear motor	M	1.5	0.85	1.76	0.5	0.88
7	Motor operated valves	N	3.0	1	3.0	0.5	1.5
Total Load (1 unit)		Motor					62.94
		Non-Motor					1.5
Total Load (3 units)		Motor					188.9
		Non-Motor					4.5

DC & UPS, B.O.P Essential Load

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW	*Duty Factor	Actual Load (kW)
1	DC & UPS System	N	88	1	88	1	88
2	Boiler Lift	N	30	0.85	35.3	0.5	17.7
3	Air Handling Unit Supply Fan (common)	M	30	0.85	35.3	1	35.3
4	Air Handling Unit Return Fan (common)	M	11	0.85	13	1	13
5	Pump #1 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
6	Pump #2 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
7	Pump #3 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
8	Emergency Lightings (common)	N	7.5	0.85	8.9	1	8.9
Total Load (1 unit)		Motor					0
		Non-Motor					105.7
Total Load (common)		Motor					299.7
		Non-Motor					8.9
Total Load (3 units)		Motor					299.7
		Non-Motor					326.0

Notes:

1. Load type: M (Motor load), N (Non-motor load)
2. Input Power = Rated kW / Efficiency
3. Actual Load = Input Power × Duty Factor
4. Duty factor: Continuous (1), Intermittent (0.5), Stand-by (0)

الحسابات عند وقوع الحالة الأولى :-

يتم حساب السعة المطلوبة للتشغيل المستمر أثناء إيقاف تشغيل STG من خلال الصيغة التالية ؛

$$PG_1 = \alpha \left(\frac{P_1}{\eta_1} + \frac{P_2}{\eta_2} + \frac{P_3}{\eta_3} + \dots + \frac{P_n}{\eta_n} \right) \times \frac{1}{PF_G} [KVA]$$

$$= \{0.9 \times (188.9 + 299.7) + 1 \times (4.5 + 326.0)\} \times \frac{1}{0.8}$$

$$= 962.8 [kVA]$$

الحسابات عند وقوع الحالة الثانية :-

يجب أن يكون EDG قادرًا أيضًا على بدء تشغيل أكبر محرك (مضخة تبريد الهواء ، وحدة تكثيف ، 71.2 كيلو وات) حيث أن الأحمال المتبقية تكون مستقرة

$\sum W_0$: Summation of operating load [kW], 735.3 (188.9+4.5+299.7+326.0-83.8=735.3)

$$PG_2 = \frac{\sum W_0 + [Q_{Lmax} \times \cos \theta_{QL}]}{PF_G} [kVA]$$

$$= \frac{735.3 + (83.8 \times 7 \times 0.2)}{0.8}$$

$$= 1065.8 [kVA]$$

بناءً على الحسابات السابقة يكون إختيار المولد كالتالى

Description	Calculated Capacity	Largest Capacity
Emergency Diesel Generator	PG ₁ : 962.8 [kVA]	PG ₂ : 1065.8 [kVA]
	PG ₂ : 1065.8 [kVA]	

Based on the calculated capacities and considering sufficient margin, the rated capacity of EDG will be selected as 1250 [kVA] at 0.8 PF.

يمكن أيضا معرفة قدرة المولد من المعادلة التالية :-

$$PG = \frac{X d' (1 - \Delta V)}{\Delta V} \times Pm \times \beta \times C \text{ (kva)}$$

PG قدرة المولد (kVA)

Xd' 0.30 - 0.15 المفاعلة العابرة للمولد تكون دائما بين

ΔV: 0.30-0.25 معدل انخفاض الجهد اللحظي عند بدء التشغيل دائما تكون بين

Pm: خرج المحرك (كيلو وات)

β: بدأ تشغيل المحرك بالكيلو فولت أمبير لكل كيلو وات عادة تكون القيمة بين (9-6)

C: معامل يعتمد عن طريقة البدء للمحرك (بدء مباشر - 1) (ستار دلتا 0.67)

$$Hp \times 0.746 = kW$$

The locked-rotor kva per hp to kva per kW = Locked-rotor kVA/0.746.

مثال :- قم بحساب قدرة المولد المبدئية لمحرك سعته **100 حصان Code G 3** فاز توصيل مباشر

$$100 \times 0.746 = 74.6kW, \text{ code G} = 6.29 \text{ LR kVA per hp.}$$

$$(6.29/0.746) = 8.43 \text{ kVA per motor kW}$$

$$X'd = 0.17pu, \Delta V = 25\%, \beta = 8.43, Pm = 74.6 \text{ kW}$$

$$\frac{0.17X'd(1 - 0.25 \Delta V)}{0.25\Delta V} \times 74.6kW \times 8.43\beta \times 1 C = 320kVA$$

إذا قدرة المولد تكون تقريبا **320 كيلو فولت أمبير**

5-طريقة Conservative Rules Of Thumb

نقوم باستخدام الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

- نقوم بتجميع أحمال التيار العابر ثم ضربها في قيمة 1.25
- نقوم بتجميع أحمال تيار التشغيل المستقر
- نقوم بحساب كيلو فولت أمبير للمولد

مثال

قم باستخدام طريقة Conservative Rules Of Thumb

لحساب المولد الذي يقوم بتغذية الأحمال التالية

- محرك 200 حصان
- محرك 100 حصان ،
- محرك 60 حصان
- إضاءة بقيمة 68 أمبير
- أحمال متنوعة بقيمة 95 أمبير
- جهد النظام هو 480 فولت و PF هو 0.77.

Solution:

Step#1: Calculate Running Amperes

Motor loads	Load in KW (from rule#3 above)	Running Amperes
200 hp motor	100 KW	$= (100 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 156 \text{ A}$
100 hp motor	50 KW	$= (50 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 78 \text{ A}$
60 hp motor	30 KW	$= (30 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 48 \text{ A}$
Normal Loads		
Lighting load		= 68 A
Miscellaneous loads		= 95 A
Total Running Amperes		= 445 A

Step#2: Calculating Starting Amperes Using 1.25 Multiplier

Motor loads	Running Amperes	Starting Amperes
200 hp motor	156 A	$= 156 \times 1.25 = 195 \text{ A}$
100 hp motor	78 A	$= 78 \times 1.25 = 98 \text{ A}$
60 hp motor	48 A	$= 48 \times 1.25 = 60 \text{ A}$
Normal Loads		
Lighting load		= 68 A
Miscellaneous loads		= 95 A
Total Starting Amperes		= 516 A

Step 3: Selecting kVA of Generator

Running kVA	$= (445 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times 1.732) / 1000 = 370 \text{ kVA}$
Starting kVA	$= (516 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times 1.732) / 1000 = 428 \text{ kVA}$
Generator must have a minimum starting capability of 428 kVA and minimum running capability of 370 kVA.	

6- طريقة إختيار المولد بناءا على المقارنة بين الأحمال المستقرة والعابرة

يجب إستخدام الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

➤ نقوم بتجميع أحمال التشغيل العابر kW Starting

➤ نقوم بتجميع تيار التشغيل العابر Starting

➤ نقوم بتجميع تيار التشغيل المستقر Running

➤ نقوم بإختيار المولد بناءا على القيم السابقة

بالنسبة لأحمال التشغيل العابر

• أحمال خطية أو غير خطية

Type of Load	Equipment	Starting Current
Linear Load	General Equipment	100% of Full Load Current
Non-Linear Load	UPS, Inverter, Computer, Ballast	160% of Full Load Current

• المحركات

For HP < 7.5; starting kW = HP x 3

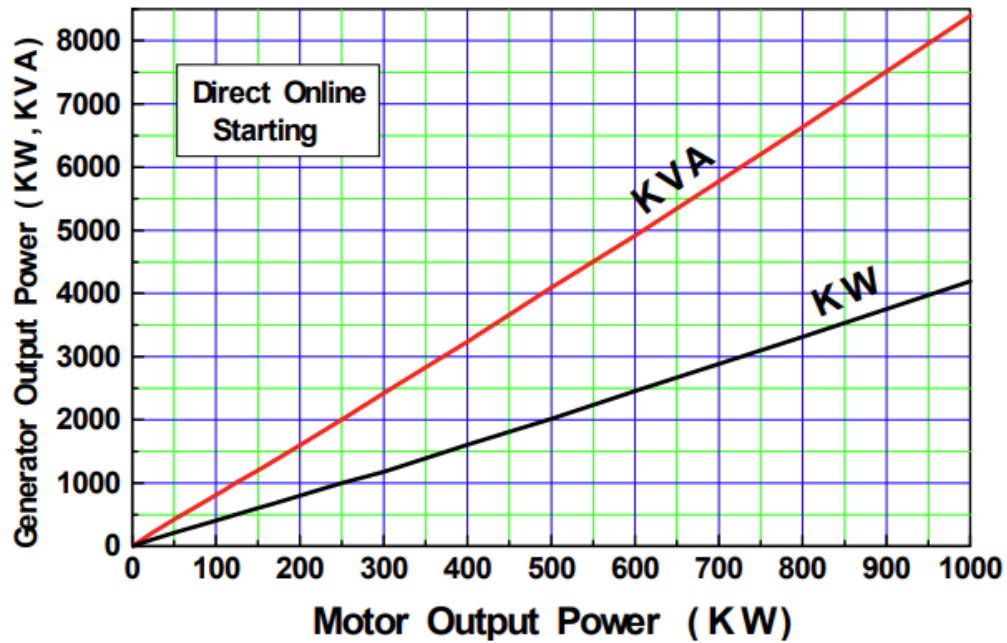
For HP > 7.5; starting kW = HP x 2

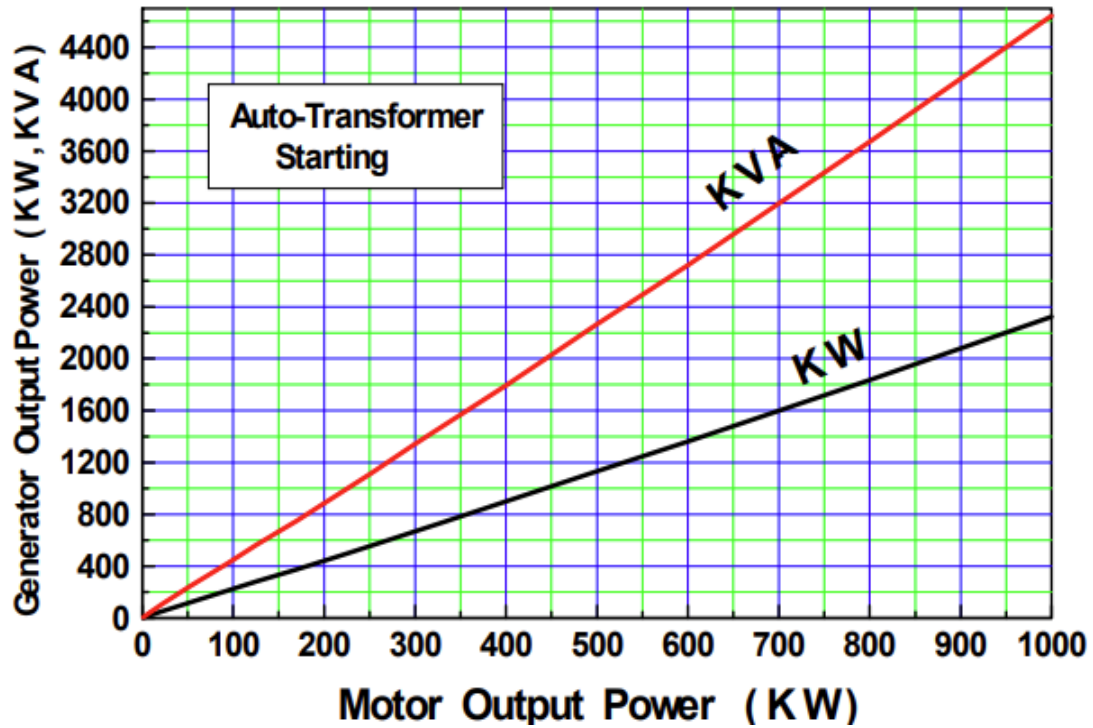
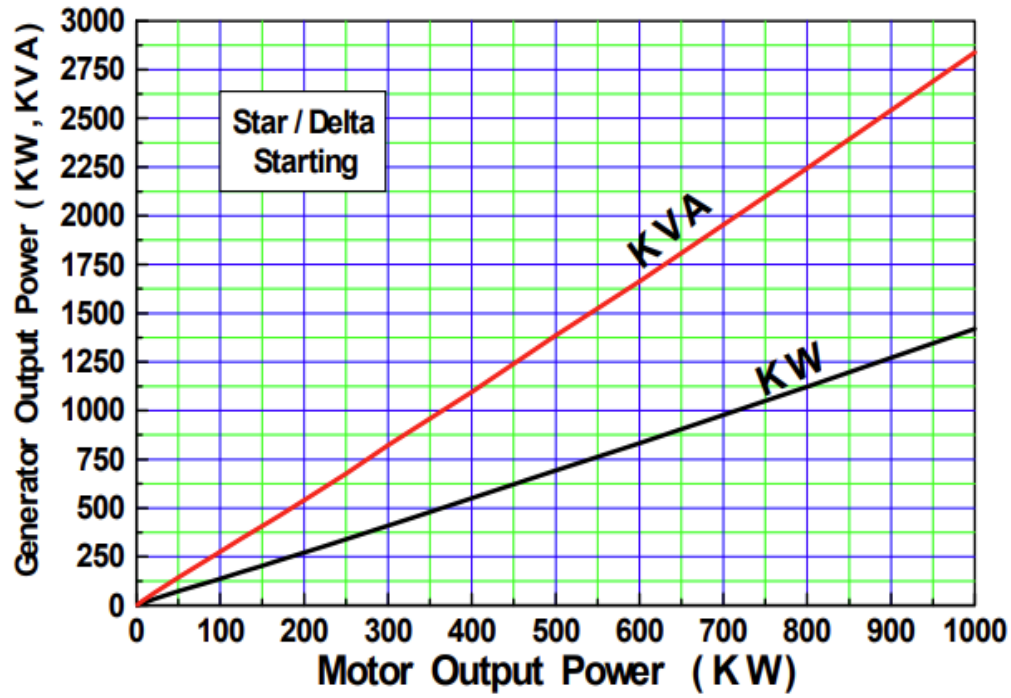
Kw= (Amps x V x 1.732 x PF) /1000

PF=0.95

Type of Starter	Starting Current
DOL	6 X Full Load Current
Star-Delta	4 X Full Load Current
Auto Transformer	3 X Full Load Current
Soft Starter	2 X Full Load Current
VFD	1.5 X Full Load Current

Electric Motor Size		Minimum Generator Req'd (KVA) by Starting Method		Run Power
HP	KW	D.O.L to KVA Size (Note 1)	S.D to KVA Size (Note 2)	KVA Used When Running (Note 3)
1	0.75	2.5	2	1
1.5	1.1	3.75	3	1.5
2	1.5	5	4	2
3	2.2	7.5	6	3
4	3	10	8	4
5	3.7	12.5	10	5
6	4.5	15	12	6
7.5	5.5	18.75	15	7.5
10	7.5	25	20	10
12.5	9.3	31.25	25	12.5
15	11	37.5	30	15
20	15	50	40	20
25	19.6	60.5	50	25
30	22	75	60	30
40	30	100	80	40
50	37	125	100	50
60	45	150	120	60
75	55	187.5	150	75
100	75	250	200	100
125	90	312.5	250	125
150	110	375	300	150
175	130	437.5	350	175
200	150	500	400	200
250	185	625	500	250
300	225	750	600	300
400	300	1000	800	400





40	30	25	20	15	10	7.5	5	3	2	القدرة PM (HP)
0.39	0.42	0.44	0.46	0.49	0.53	0.56	0.61	0.66	0.07	COS ϕ s
0.889	0.884	0.88	0.87	0.86	0.85	0.85	0.83	0.825	0.79	η
0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.87	0.87	0.85	0.82	0.79	COS ϕ
350	300	250	200	150	125	100	75	60	50	القدرة Pm (HP)
0.19	0.22	0.24	0.25	0.28	0.29	0.31	0.34	0.36	0.36	COS ϕ s
0.93	0.923	0.92	0.917	0.91	0.909	0.905	0.90	0.896	0.896	η
0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	0.9	0.9	0.9	COS ϕ

مثال أخير لإختيار لحساب سعة مولد يحتوى ايضا على وحدة UPS ومضخات



المطلوب حساب سعة المولد حسب المواصفات التالية :-

- Diesel generating
- G Set Phase-Phase Voltage=415V, Phase-Neutral Voltage=230V
- Future Load expansion=10%
- D.G overload capacity =130%.

الأحمال الكهربائية المتصلة على المولد:-

1- مضخة حريق

بسعة (90 كيلو وات وجهد 3 فاز 415 ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل 0.7 وأثناء التشغيل 0.8 وطريقة التشغيل Soft Starter ونوع الإستخدام Continuous)

2- أحمال تكييف

بحمل (20 كيلو وات – جهد 3 فاز 415- ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل 0.7 وأثناء التشغيل 0.8 ونوع الإستخدام Intermediate)

3- أحمال وحدة الطاقة الغير منقطعة UPS

بسعة (UPS) 7 كيلو وات - جهد 3 فاز 415- ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل 0.7 وأثناء التشغيل 0.8 ونوع الإستخدام Continuous)

4- أحمال إنارة

بعدد (10 وحدات إنارة -400 وات لكل وحدة أحادة الفاز 230- ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل 0.7 وأثناء التشغيل 0.8 ونوع الإستخدام Continuous)

معلومة سريعة

الأحمال الخطية مثل - (المحولات-المواتير -السخانات وغيرهما....)

الأحمال الغير خطية مثل - (وحدات الطاقة الغير منقطعة -Inverter- Drives- Ballast)

الحل كالتالى :-

أولاً:- أحمال المواتير

• إجمالي الحمل (كيلووات) = عدد المعدات x أحمال المعدات

• إجمالي الحمل لمضخة الحريق = 90 كيلو وات

$$\text{Diversify Load (KW)} = \text{Total Load} \times \text{Duty factor}$$

(0=Standby Load, 1=continuous Load, 0 to 1 =Intermediate Load)

تنويع الحمل أو Diversify Load (كيلو وات) = $1 \times 90 = 90$ كيلو وات (1)—————

كيلو فولت أمبير تشغيلي = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل

كيلو فولت أمبير تشغيلي = $90 / 0.8$

كيلو فولت أمبير تشغيلي Running KVA = 113 كيلو فولت أمبير (2)—————

حساب التيار أثناء التشغيل Running Amp (A) = تنويع الحمل (كيلو وات) / $1.732 \times$ فولت x معامل القدرة عند التشغيل

حساب التيار أثناء التشغيل (A) = $90 \times 1000 / 1.732 \times 415 \times 0.8$

حساب التيار أثناء التشغيل Running Amp (A) = 156.7 أمبير

حساب التيار عند بدأ التشغيل = التيار أثناء التشغيل x معامل Multiplying

معامل Multiplying كالتالى:-

Starter Starting current	
Method	Starting current
Direct-on-Line (DOL)	5 to 10 times the full load current
Star-Delta Starter	3 to 4 times the full load current
Auto-transformer	2 to 3 times the full load current
Soft starter	1.1 to 2 times full load current
Variable Speed drive	1.1 to 1.5 times full load current

- يمكن إختيار معامل طريقة التشغيل **Soft Starter** من الجدول تساوى 2
- حساب التيار عند بدأ التشغيل $= 2 \times 156.7 = 313$ أمبير
- حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل \times معامل البدء

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل $= 2 \times 0.7 / 90 = 257$ كيلو فولت أمبير ----- (3)

ثانياً:- أحمال التكييف

إجمالي الحمل (كيلووات) = عدد المعدات \times أحمال المعدات

إجمالي حمل التكييف (كيلو وات) $= 20 \times 1 = 20$ كيلو وات

Diversify Load (KW)= Total Load X Duty factor

(0=Standby Load, 1=continuous Load, 0 to 1 =Intermediate Load)

تنويع الحمل أو **Diversify Load** (كيلو وات) $= 0.8 \times 20 = 16$ كيلو وات ----- (4)

كيلو فولت أمبير تشغيلي = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل

كيلو فولت أمبير تشغيلي $= 16 / 0.8 = 20$ كيلو فولت أمبير

كيلو فولت أمبير تشغيلي **Running KVA** $= 20$ كيلو فولت أمبير ----- (5)

حساب التيار أثناء التشغيل **Running Amp** (A) = تنويع الحمل (كيلو وات) / $1.732 \times$ فولت \times معامل القدرة عند التشغيل

حساب التيار أثناء التشغيل (A) $= 16 \times 1.732 / 1000 \times 0.8 \times 415$

حساب التيار أثناء التشغيل **Running Amp** (A) $= 28$ أمبير

حساب التيار عند بدأ التشغيل = التيار أثناء التشغيل \times معامل **Multiplying** للأحمال التكييف

معامل Multiplying لأحمال التكيف كالتالى:-

Starting current	
Type of Load	Starting current for Load
Linear	1 time the full load current
Non-Linear	1.2 to 1.6 times the full load current
HVAC	1.2 to 1.5 times the full load current

• يمكن إختيار معامل طريقة التشغيل للمكيفات من الجدول تساوى 1.3

• حساب التيار عند بدأ التشغيل = $1.3 \times 128 = 36$ أمبير

• حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل \times معامل البدء

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = $1.3 \times 0.7 / 16 = 30$ كيلو فولت أمبير ----- (6)

ثالثاً:- أحمال الطاقة الغير منقطعة UPS

إجمالي الحمل (كيلووات) = عدد المعدات \times أحمال المعدات

إجمالي حمل التكيف (كيلو وات) = $7 \times 1 = 7$ كيلو وات

Diversify Load (KW)= Total Load X Duty factor

(0=Standby Load, 1=continuous Load, 0 to 1 =Intermediate Load)

تنويع الحمل أو Diversify Load (كيلو وات) = $1 \times 7 = 7$ كيلو وات ----- (7)

كيلو فولت أمبير تشغيلي = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل

كيلو فولت أمبير تشغيلي = $0.8 / 7 = 9$ كيلو فولت أمبير

كيلو فولت أمبير تشغيلي Running KVA = 9 كيلو فولت أمبير ----- (8)

حساب التيار أثناء التشغيل Running Amp (A) = تنويع الحمل (كيلو وات) / $1.732 \times$ فولت \times معامل القدرة عند التشغيل

حساب التيار أثناء التشغيل (A) = $0.8 \times 415 \times 1.732 / 1000 \times 7 =$

حساب التيار أثناء التشغيل Running Amp (A) = 12 أمبير

حساب التيار عند بدأ التشغيل = التيار أثناء التشغيل \times معامل Multiplying للأحمال الغير خطية

معامل Multiplying لأحمال الغير خطية من الجدول السابق 1.2 إلى 1.6 سوف نقوم بإختيار 1.6

حساب التيار عند بدأ التشغيل = $1.6 \times 12 = 19$ أمبير

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل \times معامل البدء

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = $1.6 \times 0.7 / 7 = 16$ كيلو فولت أمبير ----- (9)

رابعاً- أحمال الإنارة

إجمالي الحمل (كيلووات) = عدد المعدات x أحمال المعدات

إجمالي حمل التكييف(كيلو وات)= $0.4 \times 10 = 4$ كيلو وات

$$\text{Diversify Load (KW)} = \text{Total Load} \times \text{Duty factor}$$

(0=Standby Load, 1=continuous Load, 0 to 1 =Intermediate Load)

تنويع الحمل أو Diversify Load (كيلو وات) = $1 \times 4 = 4$ كيلو وات (10)

كيلو فولت أمبير تشغيلي = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل

كيلو فولت أمبير تشغيلي = $4 / 0.8 = 5$ كيلو فولت أمبير

كيلو فولت أمبير تشغيلي Running KVA = 5 كيلو فولت أمبير (11)

حساب التيار أثناء التشغيل (A) Running Amp = تنويع الحمل (كيلو وات) / فولت x معامل القدرة عند التشغيل

حساب التيار أثناء التشغيل (A) = $4 \times 1000 / 230 \times 0.8$

حساب التيار أثناء التشغيل (A) Running Amp = 22 أمبير

حساب التيار عند بدأ التشغيل = التيار أثناء التشغيل x معامل Multiplying للأحمال الخطية

معامل Multiplying لأحمال الخطية من الجدول السابق تكون 1

حساب التيار عند بدأ التشغيل = $22 \times 1 = 20$ أمبير

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = تنويع الحمل (كيلو وات) / معامل القدرة أثناء التشغيل x معامل البدء

حساب الحمل بالكيلو فولت أمبير أثناء بدأ التشغيل = $40 / 0.7 \times 1 = 6$ كيلو فولت أمبير (12)

حساب الحمل الإجمالي:

إجمالي KVA عند بدأ التشغيل Starting KVA = (الحمل 1 + الحمل 2 + الحمل 3 + الحمل 4)

إجمالي KVA عند بدأ التشغيل Starting KVA = $6 + 16 + 30 + 257$

إجمالي KVA عند التشغيل = 309 كيلو فولت أمبير (A)

إجمالي KVA أثناء التشغيل Total Running KVA = (الحمل 1 + الحمل 2 + الحمل 3 + الحمل 4)

إجمالي KVA عند التشغيل = $5 + 9 + 20 + 113$

إجمالي KVA عند التشغيل = 146 كيلو فولت أمبير (B)

سعة المولد D.G (كيلو فولت أمبير) = إجمالي KVA عند بدأ التشغيل لأكبر حمل + الأحمال الأخرى x توسع الحمل المستقبلي.

سعة المولد D.G (كيلو فولت أمبير) = $(5 + 9 + 20 + 257) \times 1.1 = 320$ كيلو فولت أمبير (C)

مراجعة وتأكيـد اختيار المولد :

الشرط رقم 1-

مجموع الحمل الغير خطي الكلي أقل من 30% من سعة المولد

هنا القيمة رقم (9) أقل من القيمة رقم (C) $0.3 \times$

16 كيلو فولت أمبير أقل من 96 كيلو فولت أمبير

الشرط رقم 1 صحيح

الشرط رقم 2-

قدرة تحمل الأحمال الزائدة للمولد أكبر من إجمالي الأحمال المطلوبة لبدء التشغيل

سعة تحمل الأحمال الزائدة للمولد

Overloads withstand capacity of D. G= D.G size X D.G overload Capacity

سعة تحمل الأحمال الزائدة للمولد = $320 \times 130\% = 416$ كيلو فولت أمبير

سعة تحمل الأحمال الزائدة للمولد = 416 كيلو فولت أمبير ----- (D)

Total Required starting KVA = Total Load (KVA) -Largest Motor rating (KVA)+ Largest Motor starting (KVA)

إجمالي KVA المطلوبة لبدء التشغيل = $257 + 113 - 146 =$

إجمالي KVA المطلوبة لبدء التشغيل = 290 كيلو فولت أمبير ----- (E)

هنا القيمة رقم D أكبر من القيمة رقم E

الشرط رقم 2 صحيح

بالتالي إختيار المولد صحيح

العوامل التي تؤثر على حسابات المولد

بعد الإنتهاء من الحسابات الأولية من الطرق السابقة توجد بعض العوامل التي يجب اخذها في الحسبان عند الاختيار الأخير للمولد وهي كالتالي :-

$$\text{KW G-adjusted} = \text{KW G-accepted} \times \text{K site conditions} \times \text{K fuel type} \times \text{K future needs} \times \text{K pf}$$

أولاً:- ضبط إختيار المولد وفقاً لانخفاض الجهد العابر Voltage Dip

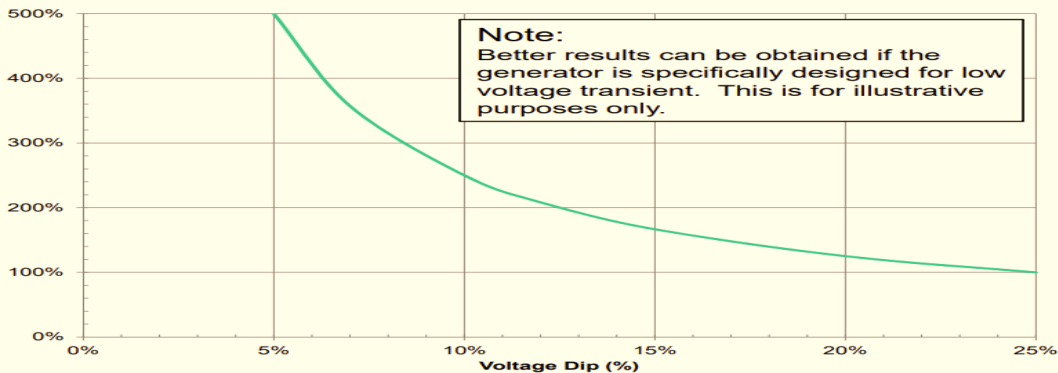
انخفاض الجهد - القطع المختلفة من المعدات الكهربائية لها تفاوتات مختلفة لانخفاض الجهد لذلك يجب الرجوع إلى مواصفات الشركة المصنعة لمعرفة الانخفاض المسموح به في جهد الدخل (يمكن أن يكون حمل البداية للمحركات الكهربائية ست مرات تحميل التشغيل) يمكن أن تؤثر أحمال البدء على AVR في المولد عن طريق تقليل الجهد المتاحة لذلك يجب أن تكون المولدات كبيرة الحجم بما يكفي لضمان عدم تجاوز الحد الأقصى المسموح به لانخفاض الجهد في النظام.

• NEMA MG1 32.18.5.3 Motor starting equation

$$\% \text{ Dip} = 100 * \frac{X'd}{X'D + \frac{\text{Base kVA}}{\text{Starting kVA}}}$$

Where X'd is in per unit of the KVA base

Generator Size vs. Required V Dip (%)



Genset capacity required in kW	380
Capacity in kVA	475
Diversity factor	0.75
Hence running load in kVA	356.25
Loading factor for DG prime rating	0.75
Required capacity of DG in kVA	475
Recommended DG	500kVA س

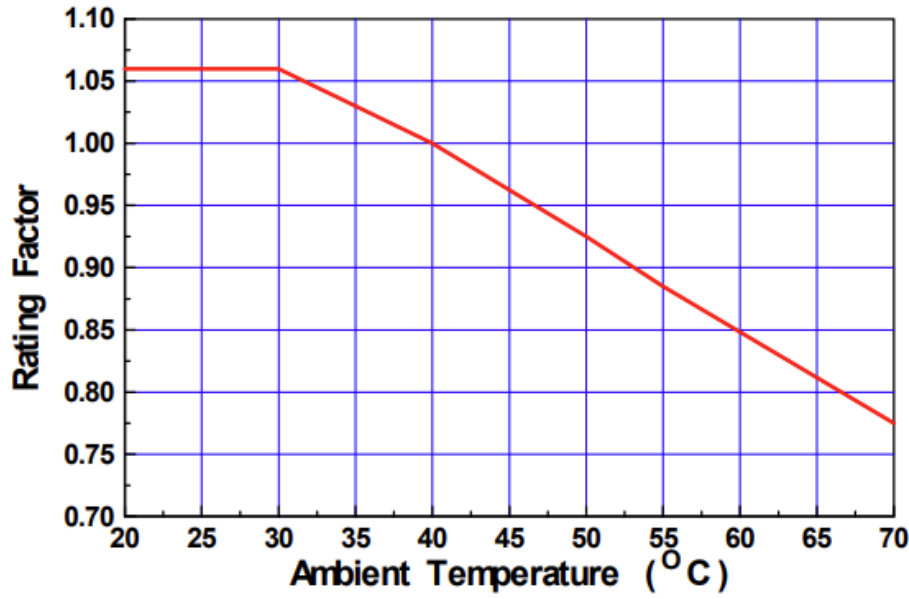
2- ضبط إختيار المولد وفقاً لظروف الموقع

ويتم ذلك بمعرفة عنصرين

- 1- درجة الحرارة المحيطة (يفترض تصنيف قدرة المحرك أن الارتفاع الاسمي أقل من 1000 قدم ، ودرجة الحرارة المحيطة أقل من 104 درجة فهرنهايت ، والرطوبة أقل من 75٪)

60	55	50	45	40	درجة الحرارة °C
0.88	0.91	0.94	0.97	1	معامل التخفيض F1

60	55	50	45	40	نوع العزل
0.88	0.91	0.94	0.97	1	Class H
0.86	0.90	0.93	0.97	1	Class F
0.82	0.87	0.81	0.96	1	Class B



جدول رقم (٩-٣) معامل التصحيح حسب درجات حرارة المكان وارتفاعه (K2)

الإرتفاع عن سطح الأرض					درجة حرارة المكان
٣٠٠٠ م	٢٥٠٠ م	٢٠٠٠ م	١٥٠٠ م	١٠٠٠ م	
١,٠٥٨	١,٠٣	١,٠١٣	٠,٩٧٧	٠,٩٥٢	٣٠°م
١,٠٨٥	١,٠٥٥	١,٠٢٧	١,٠	٠,٩٧٦	٣٥°م
١,١١١	١,٠٨	١,٠٥٣	١,٠٢٦	١,٠	٤٠°م
١,١٤	١,١٠٩	١,٠٨	١,٠٥٢	١,٠٢٦	٤٥°م
١,١٧	١,١٣٨	١,١٢٤	١,٠٨	١,٠٥٣	٥٠°م
١,٢٠٢	١,١٦٨	١,١٦٧	١,١٠٩	١,٠٨٢	٥٥°م

2- الإرتفاع عن مستوى البحر(كلما زاد الارتفاع ، انخفضت كثافة الهواء).

3000	2800	2600	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000	الإرتفاع عن سطح البحر (m)
0.88	0.892	0.904	0.916	0.928	0.94	0.952	0.964	0.976	0.988	1	معامل التخفيض F2

درجة حرارة الجو						
الارتفاع عن سطح البحر	25 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C (°)
0 to 1000 m	1.045	1	0.97	0.94	0.91	0.88
1001 to 1500 m	1.01	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
1501 to 2000 m	0.98	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83
2001 to 2500 m	0.95	0.91	0.88	0.86	0.83	0.8
2501 to 3000 m	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.77

Lagging Power Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6
Factor	1	1	1	0.92	0.85

3-ضبط إختيار المولد وفقاً لنوع الوقود

مولدات البنزين أو الديزل يجب أن تنخفض عادة بنسبة 2-3% من ناتجها القياسي
مولدات الغاز الطبيعي ، عادة ما يكون عامل خفض التصنيف أقرب إلى 5% من ناتجها القياسي

4-ضبط إختيار المولد وفقاً للاحتياجات المستقبلية

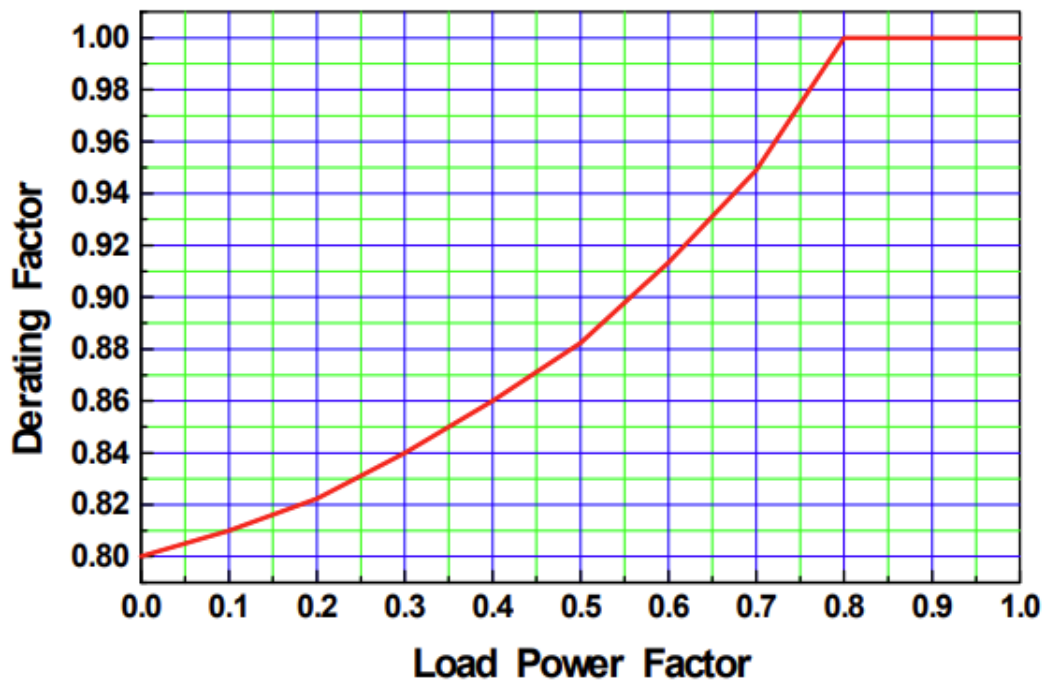
يجب ألا يقل نمو الحمل المتوقع لأي تطبيق عن 10%.

Load Growth Over 10 Years	
Application	Typical Load Growth Factor (K _f)
Bank	30 – 50%
Medical Center	30 – 40%
Church	10 – 30%
School	50 – 80%
Hospital	40 – 80%
Warehouse	10 – 30%

5-ضبط إختيار المولد وفقاً لمعامل الطاقة (PF)

تتطلب PFs المنخفضة مولدات أكبر أو مجموعات مولدات لخدمة الحمل بشكل صحيح .عادةً ما يتم تصنيف مجموعات المولدات ثلاثية الطور لأحمال PF 0.8 ومجموعات المولدات أحادية الطور لأحمال PF.1.0

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	معامل القدرة
0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.91	0.95	1	1	1	معامل التخفيض F3



Lagging power factor	De-Rating factor
0.8 to 1.0	1.0
0.7	0.97
0.6	0.91
0.5	0.89

0.4	0.87
0.0	0.84

مثال على حساب Derating للمولد في احد مراكز الداتا سنتر

Here are the power ratings for 1600REOZM-E2 Genset @ 46°C, 800 MASL:

$$\text{Gross Engine Mechanical Power} = 1750 \text{ kW}_m$$

De-ration of Kohler engine S16R-Y2PTAW-1 is 3 %

$$\text{Corrected Gross Engine Mechanical Power} = 1697.5 \text{ kW}_m$$

$$7\text{M4054 Alternator Efficiency} = 96.3 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Gross Electrical Engine Power} &= \text{Mechanical Power} \times \text{Alternator Efficiency} \\ &= 1697.5 \text{ kW}_m \times 0.963 = 1634.7 \text{ kW}_e \end{aligned}$$

$$7\text{M4054 Alternator Prime Power @ } 46^\circ\text{C, 800 MASL} = 1661.6 \text{ kW}_e$$

Net Genset power is the least of engine and alternator power = 1634.7 kW_e

Auxiliary approximate power needed for remote radiator and ventilation fans = 50 kW_e

$$\text{Net Genset Power} = 1634.7 - 50 \text{ kW}_e = 1584.7 \text{ kW}_e$$

$$\text{Therefore Confirmed Net Genset Power} = 1500 \text{ kW}_e$$

KD83V16	60Hz FO / EO																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>% Derating factor</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Temperature (°C)</th><td>0</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>97</td><td>93</td><td>86</td><td>79</td><td>76</td><td>69</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>97</td><td>93</td><td>86</td><td>79</td><td>76</td><td>69</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>97</td><td>93</td><td>86</td><td>79</td><td>76</td><td>69</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>97</td><td>93</td><td>90</td><td>83</td><td>76</td><td>72</td><td>69</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>90</td><td>86</td><td>79</td><td>76</td><td>69</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>97</td><td>90</td><td>86</td><td>83</td><td>76</td><td>72</td><td>69</td><td>62</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>90</td><td>83</td><td>79</td><td>76</td><td>69</td><td>66</td><td>62</td><td>55</td><td></td><td></td></tr> </table>											% Derating factor	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Temperature (°C)	0	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69		10	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69		20	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69		30	100	100	100	97	93	90	83	76	72	69		40	100	100	100	90	86	79	76	69				50	97	90	86	83	76	72	69	62				60	90	83	79	76	69	66	62	55	
% Derating factor	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Temperature (°C)	0	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69																																																																																																											
	10	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69																																																																																																											
	20	100	100	100	100	97	93	86	79	76	69																																																																																																											
	30	100	100	100	97	93	90	83	76	72	69																																																																																																											
	40	100	100	100	90	86	79	76	69																																																																																																													
	50	97	90	86	83	76	72	69	62																																																																																																													
	60	90	83	79	76	69	66	62	55																																																																																																													

KD83V16	60Hz Engine available Gross Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Temperature (°C)</th><td>0</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3355</td><td>3246</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2652</td><td>2513</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3370</td><td>3249</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3370</td><td>3249</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3370</td><td>3249</td><td>3129</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3490</td><td>3129</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>3370</td><td>3129</td><td>3009</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2527</td><td>2407</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>3129</td><td>2888</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td>2287</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Temperature (°C)	0	3490	3490	3490	3490	3355	3246	3009	2768	2652	2513		10	3490	3490	3490	3490	3370	3249	3009	2757	2652	2513		20	3490	3490	3490	3490	3370	3249	3009	2757	2652	2513		30	3490	3490	3490	3370	3249	3129	2888	2648	2513	2408		40	3490	3490	3490	3129	3009	2768	2648	2407				50	3370	3129	3009	2888	2648	2527	2407					60	3129	2888	2768	2648	2407	2287			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Temperature (°C)	0	3490	3490	3490	3490	3355	3246	3009	2768	2652	2513																																																																																																											
	10	3490	3490	3490	3490	3370	3249	3009	2757	2652	2513																																																																																																											
	20	3490	3490	3490	3490	3370	3249	3009	2757	2652	2513																																																																																																											
	30	3490	3490	3490	3370	3249	3129	2888	2648	2513	2408																																																																																																											
	40	3490	3490	3490	3129	3009	2768	2648	2407																																																																																																													
	50	3370	3129	3009	2888	2648	2527	2407																																																																																																														
	60	3129	2888	2768	2648	2407	2287																																																																																																															

KD83V16	60Hz Engine available Gross Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Ambient (°C)</th><td>0</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3129</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2513</td><td>2408</td><td>2164</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>3230</td><td>3230</td><td>3129</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>3230</td><td>3129</td><td>3009</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2527</td><td>2407</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>3129</td><td>2888</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td>2287</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Ambient (°C)	0	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2768	2652	2513	2408		10	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2757	2652	2513	2408		20	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2757	2652	2513	2408		30	3230	3230	3230	3230	3129	2888	2648	2513	2408	2164		40	3230	3230	3129	3009	2768	2648	2407					50	3230	3129	3009	2888	2648	2527	2407					60	3129	2888	2768	2648	2407	2287			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Ambient (°C)	0	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2768	2652	2513	2408																																																																																																											
	10	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	20	3230	3230	3230	3230	3230	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	30	3230	3230	3230	3230	3129	2888	2648	2513	2408	2164																																																																																																											
	40	3230	3230	3129	3009	2768	2648	2407																																																																																																														
	50	3230	3129	3009	2888	2648	2527	2407																																																																																																														
	60	3129	2888	2768	2648	2407	2287																																																																																																															

KD83V16	60Hz Engine available Gross Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Ambient (°C)</th><td>0</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2513</td><td>2408</td><td>2164</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2527</td><td>2407</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>3010</td><td>2888</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td>2287</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Ambient (°C)	0	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2652	2513	2408		10	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408		20	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408		30	3010	3010	3010	3010	3010	2888	2648	2513	2408	2164		40	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2648	2407				50	3010	3010	3009	2888	2648	2527	2407					60	3010	2888	2768	2648	2407	2287			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Ambient (°C)	0	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2652	2513	2408																																																																																																											
	10	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	20	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	30	3010	3010	3010	3010	3010	2888	2648	2513	2408	2164																																																																																																											
	40	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2648	2407																																																																																																													
	50	3010	3010	3009	2888	2648	2527	2407																																																																																																														
	60	3010	2888	2768	2648	2407	2287																																																																																																															

KD83V16-6AxP	EO/FO 3173 kW PRP Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Temperature (°C)</th><td>0</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3078</td><td>2951</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3063</td><td>2954</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3063</td><td>2954</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3063</td><td>2954</td><td>2845</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2284</td><td>2169</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>3173</td><td>3173</td><td>3173</td><td>2845</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>3063</td><td>2845</td><td>2735</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2297</td><td>2168</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>2845</td><td>2626</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td>2079</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Temperature (°C)	0	3173	3173	3173	3173	3078	2951	2735	2516	2411	2284		10	3173	3173	3173	3173	3063	2954	2735	2506	2411	2284		20	3173	3173	3173	3173	3063	2954	2735	2506	2411	2284		30	3173	3173	3173	3063	2954	2845	2626	2407	2284	2169		40	3173	3173	3173	2845	2735	2516	2407	2168				50	3063	2845	2735	2626	2407	2297	2168					60	2845	2626	2516	2407	2168	2079			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Temperature (°C)	0	3173	3173	3173	3173	3078	2951	2735	2516	2411	2284																																																																																																											
	10	3173	3173	3173	3173	3063	2954	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	20	3173	3173	3173	3173	3063	2954	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	30	3173	3173	3173	3063	2954	2845	2626	2407	2284	2169																																																																																																											
	40	3173	3173	3173	2845	2735	2516	2407	2168																																																																																																													
	50	3063	2845	2735	2626	2407	2297	2168																																																																																																														
	60	2845	2626	2516	2407	2168	2079																																																																																																															

KD83V16-6BxP	EO/FO 2936 kW PRP Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Ambient (°C)</th><td>0</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2845</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2284</td><td>2169</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2936</td><td>2845</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>2936</td><td>2845</td><td>2735</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2297</td><td>2168</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>2845</td><td>2626</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td>2079</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Ambient (°C)	0	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2516	2411	2284		10	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2506	2411	2284		20	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2506	2411	2284		30	2936	2936	2936	2936	2936	2845	2626	2407	2284	2169		40	2936	2936	2936	2845	2735	2516	2407	2168				50	2936	2845	2735	2626	2407	2297	2168					60	2845	2626	2516	2407	2168	2079			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Ambient (°C)	0	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2516	2411	2284																																																																																																											
	10	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	20	2936	2936	2936	2936	2936	2936	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	30	2936	2936	2936	2936	2936	2845	2626	2407	2284	2169																																																																																																											
	40	2936	2936	2936	2845	2735	2516	2407	2168																																																																																																													
	50	2936	2845	2735	2626	2407	2297	2168																																																																																																														
	60	2845	2626	2516	2407	2168	2079																																																																																																															

KD83V16-6AxS	EO/FO 3010 kW Engine Max Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Ambient (°C)</th><td>0</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2757</td><td>2652</td><td>2513</td><td>2408</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2513</td><td>2408</td><td>2164</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>3010</td><td>3010</td><td>3009</td><td>2888</td><td>2648</td><td>2527</td><td>2407</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>3010</td><td>2888</td><td>2768</td><td>2648</td><td>2407</td><td>2287</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Ambient (°C)	0	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2652	2513	2408		10	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408		20	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408		30	3010	3010	3010	3010	3010	2888	2648	2513	2408	2164		40	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2648	2407				50	3010	3010	3009	2888	2648	2527	2407					60	3010	2888	2768	2648	2407	2287			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Ambient (°C)	0	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2652	2513	2408																																																																																																											
	10	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	20	3010	3010	3010	3010	3010	3009	2757	2652	2513	2408																																																																																																											
	30	3010	3010	3010	3010	3010	2888	2648	2513	2408	2164																																																																																																											
	40	3010	3010	3010	3010	3009	2768	2648	2407																																																																																																													
	50	3010	3010	3009	2888	2648	2527	2407																																																																																																														
	60	3010	2888	2768	2648	2407	2287																																																																																																															

KD83V16-6BxS	EO/FO 2936 kW PRP Power																																																																																																																					
	<table> <tr> <th>Power (kW)</th><th colspan="11">Altitude (m)</th></tr> <tr> <th></th><th>0</th><th>500</th><th>1000</th><th>1500</th><th>2000</th><th>2500</th><th>3000</th><th>3500</th><th>4000</th><th>4500</th><th>5000</th></tr> <tr> <th>Ambient (°C)</th><td>0</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>10</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>20</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2735</td><td>2506</td><td>2411</td><td>2284</td></tr> <tr> <th></th><td>30</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2284</td><td>2169</td></tr> <tr> <th></th><td>40</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2735</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>50</td><td>2736</td><td>2736</td><td>2735</td><td>2626</td><td>2407</td><td>2297</td><td>2168</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th></th><td>60</td><td>2736</td><td>2626</td><td>2516</td><td>2407</td><td>2168</td><td>2079</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											Power (kW)	Altitude (m)												0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	Ambient (°C)	0	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2516	2411	2284		10	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2506	2411	2284		20	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2506	2411	2284		30	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2626	2407	2284	2169		40	2736	2736	2736	2736	2735	2516	2407	2168				50	2736	2736	2735	2626	2407	2297	2168					60	2736	2626	2516	2407	2168	2079			
Power (kW)	Altitude (m)																																																																																																																					
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000																																																																																																											
Ambient (°C)	0	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2516	2411	2284																																																																																																											
	10	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	20	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2735	2506	2411	2284																																																																																																											
	30	2736	2736	2736	2736	2736	2736	2626	2407	2284	2169																																																																																																											
	40	2736	2736	2736	2736	2735	2516	2407	2168																																																																																																													
	50	2736	2736	2735	2626	2407	2297	2168																																																																																																														
	60	2736	2626	2516	2407	2168	2079																																																																																																															

مثال على حساب حجم الخزان وزمن التشغيل للمولد في احد مراكز الداتا سنتر

Subject: Base Tank Capacity for KD2800-UE

To Whom It May Concern

We hereby confirm that the 9000 liters base fuel tank is suitable for 12 hours operation at 2850 kWe. The 9000 liters capacity is net and considers freeboard as well as discharge pipeline height.

$$\text{Genset Net Power} = 2850 \text{ kW}_e$$

$$\text{Auxiliary Power} = 60 \text{ kW}_e$$

$$\text{Genset Gross Power} = 2850 + 60 = 2910 \text{ kW}_e$$

$$\text{Alternator Efficiency} = 96.97 \%$$

$$\text{Engine Mechanical Gross Power} = \frac{\text{Genset Gross Power}}{\text{Alternator Efficiency}} = \frac{2910}{0.9697} = 3001 \text{ kW}_m$$

$$\text{Specific consumption (g/kW.h)} = 199$$

$$\text{Diesel Density} = 850 \text{ g/litres}$$

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{\text{Specific Consumption} \times \text{Engine Mechanical Gross Power}}{\text{Diesel Density}}$$

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{199 \times 3001}{850} = 702.6 \text{ L/hr}$$

$$\text{Base Tank Capacity} = 9000 \text{ L}$$

$$\text{Operating Hours} = \frac{\text{Base Tank Capacity}}{\text{Fuel Consumption}} = \frac{9000}{702.6} = 12.8 \text{ Hours}$$

مثال آخر على حساب حجم الخزان وزمن التشغيل للمولد في احد مراكز الداتا سنتر

Subject: Base Tank Capacity for KD2800-UE

To Whom It May Concern

We hereby confirm that the 36000 liters base fuel tank is suitable for 51.2 hours operation at 2850 kW_e. The 36000 liters capacity is net and considers freeboard as well as discharge pipeline height.

$$\text{Genset Net Power} = 2850 \text{ kW}_e$$

$$\text{Auxiliary Power} = 60 \text{ kW}_e$$

$$\text{Genset Gross Power} = 2850 + 60 = 2910 \text{ kW}_e$$

$$\text{Alternator Efficiency} = 96.97 \%$$

$$\text{Engine Mechanical Gross Power} = \frac{\text{Genset Gross Power}}{\text{Alternator Efficiency}} = \frac{2910}{0.9697} = 3001 \text{ kW}_m$$

$$\text{Specific consumption (g/kW.h)} = 199$$

$$\text{Diesel Density} = 850 \text{ g/litres}$$

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{\text{Specific Consumption} \times \text{Engine Mechanical Gross Power}}{\text{Diesel Density}}$$

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{199 \times 3001}{850} = 702.6 \text{ L/hr}$$

$$\text{Base Tank Capacity} = 36000 \text{ L}$$

$$\text{Operating Hours} = \frac{\text{Base Tank Capacity}}{\text{Fuel Consumption}} = \frac{36000}{702.6} = 51.2 \text{ Hours}$$

ورقة بيانات لمولد يستخدم في مراكز الداتا سنتر مع لوحات التحكم

I. Generator KD2800-UE

1. GENERAL DATA



14 x generating set(s) KD2800-UE

Engine KOHLER : KD83V16-6AE5

Alternator LEROY SOMER : LSA53.2 M12

Site climatic conditions:

Outside minimum temperature: 0°C

Outside maximum temperature: 46°C

Altitude: <800 m

* (DCP) = Data centre mission Critical

Data centre power is defined as being the maximum power which a generating set is capable of delivering while supplying a variable or continuous electrical load and during unlimited run hours. Depending on the sites to supply and the availability of reliable utility, the generating set manufacturer is responsible to define what power level he is able to supply to fulfil that requirement including hardware or software or maintenance plan adaptation.

Net apparent power on site conditions: 2750 kWe

Service DUTY according ISO 8528-1: DCP

Rated power factor: 0.8 Lag

Rated frequency: 60 Hz

Rated voltage: 400 V

Cooling system: Remote Radiator

Belly tank: 9,000 Liters

The technical description below is defined for one generating set.

2. ENGINE

Specifications as per NF ISO 3046-1 standard

General data

Brand	KOHLER
Model	KD83V16-6AES
Number of cylinders	16
Cylinder arrangement	V
Cylinder capacity	82.74 L
Stroke	215 mm
Bore	175 mm
Rated RPM	1800 tr/min
Piston speed	12.9 m/s
BMEP	22.0 bar
Compression ratio	16 ; 1
Engine mechanical power	3010 kWm
Charge Air coolant	AIR/WATER
Engine regulator	ELEC
Regulation	+/- 0.25 %
Injection Type	DI
ECU type	KODEC

Fuel system

Max. restriction at fuel pump	3.5 m
Max head on fuel return line	3.5 m
Maximum allowed inlet fuel temperature	70 °C

Consumption with cooling system

Consumption 100% DCP	199 g/kWh 686 L/h
----------------------	----------------------

Lubrication system

Oil capacity	560 L
Oil sump capacity	460 L
Oil capacity between dipstick marks Max-Min	83 L
Oil cooler	EXPLAQ

Air intake system

Max. intake restriction	510 mm H2O
Intake air flow	3785.75 L/s

Exhaust System

Heat rejection to exhaust	2190 kW
Exhaust gas temperature (DCP)	480°C
Exhaust gas flow (DCP)	10039L/s
Max. exhaust back pressure	867 mm H2O

3. ALTERNATOR

Specifications as per IEC 60034 standard

General data

Brand	LEROY SOMER
Model	LSA53.2M12
Prime rated power @ 46°C, 800 MASL	3600 kVA
Number of phases	3
Efficiency 0.8 @ 4/4 load rating	96.97%
Efficiency 0.8 @ 3/4 load rating	96.86 %
Reference altitude	0-800 m
Number of poles	4
Excitation type	AREP
Insulation class	H
Temperature class	H
Voltage regulator	D550
Indication of protection	IP23

Application data

Overspeed	2160 RPM
Power Factor (cos Phi)	0.8
Voltage regulation at established rating (+/- %)	0.5
Wave form: NEMA = TIF	<50
Wave form: CEI = FHT	<2
Total Harmonic Distortion in no-load DHT	<3.5 %
Total Harmonic Distortion, on linear load DHT	<3.5 %

Reactances

Direct axis transient reactance saturated ($X'd$)	24.4 %
Direct axis subtransient reactance saturated ($X''d$)	13.7 %

Additional accessories:

- pre-heating resistor installed inside the alternator to prevent condensation.
- PT100 on stator windings and bearings

4. STARTING UP

- Motor coupling bell housing with 2 cavities for the 2 starters
- 24 Volt Electric starter
- battery charging alternator
- 24 Volt emergency Electric starter
- 24 Volt lead starter batteries
- 2nd 24 Volt lead starter batterie



- battery isolator switch for battery circuit 1
- battery isolator switch for battery circuit 2

5. INCLUDED ADDITIONAL ENGINE OPTIONS

- Primary fuel filter installed upstream of the standard filtration for the separation of water in the engine fuel supply
- Fuel return cooler equipped with a fan driven by an electric motor. The fuel return cooler is installed and connected between the engine fuel system outlet and the daily service tank via diesel return pipes. This system cools the fuel if necessary.
- Electrical pre-lubrication pump
- Automatic oil filling system used for adding oil during operation. This system includes a clean oil reservoir, an oil level regulator and a set of hoses and valves mounted to the genset frame.
- Manual pump mounted on the engine allowing for easy drainage of the oil sump
- Electronic engine speed regulator.
- Emergency engine oil temperature sensor for the transmission of temperature information to the control unit for immediate stop

6. NUETRAL GROUND RESISTOR NGR:

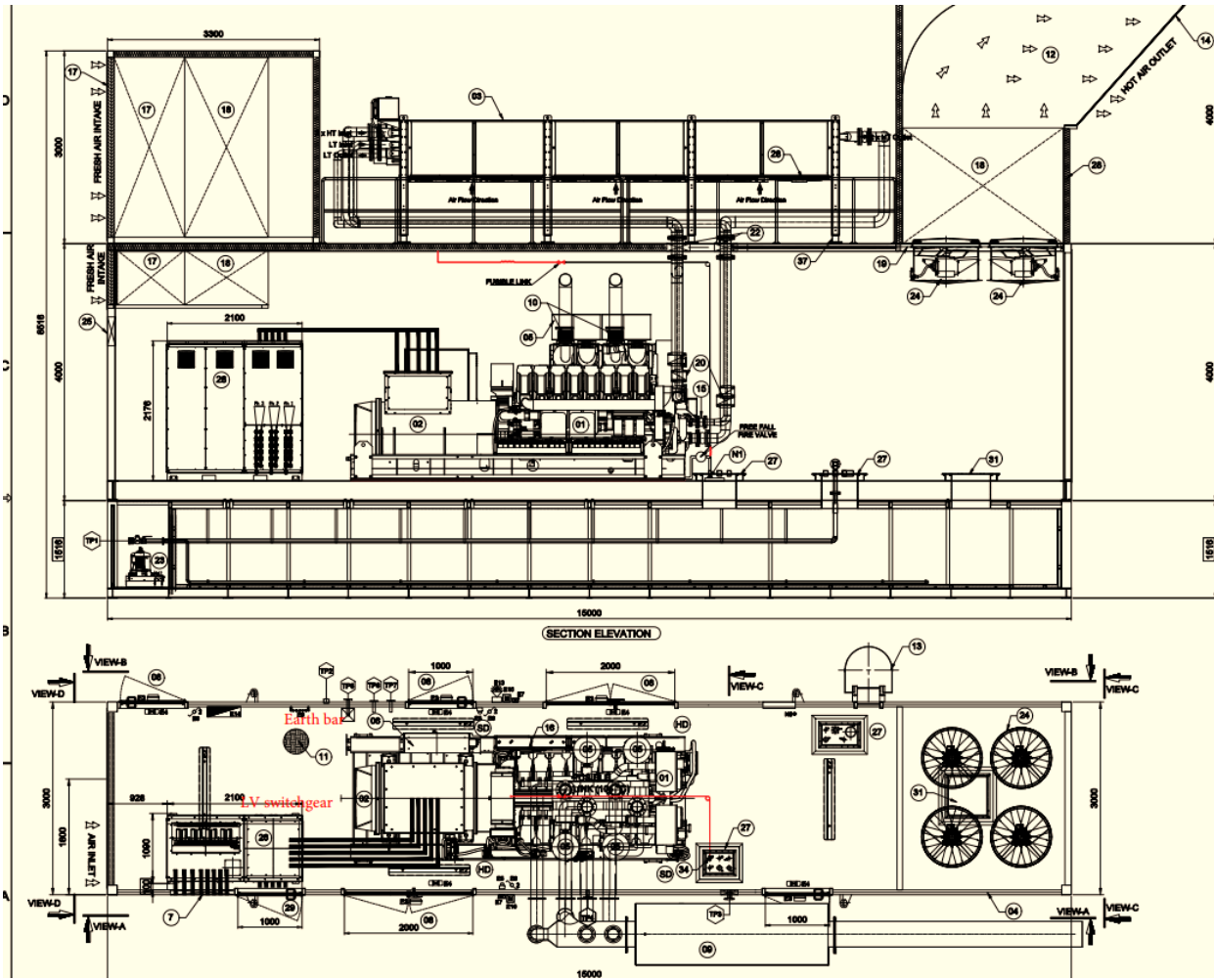
230VL-N, 400A, 1 Second

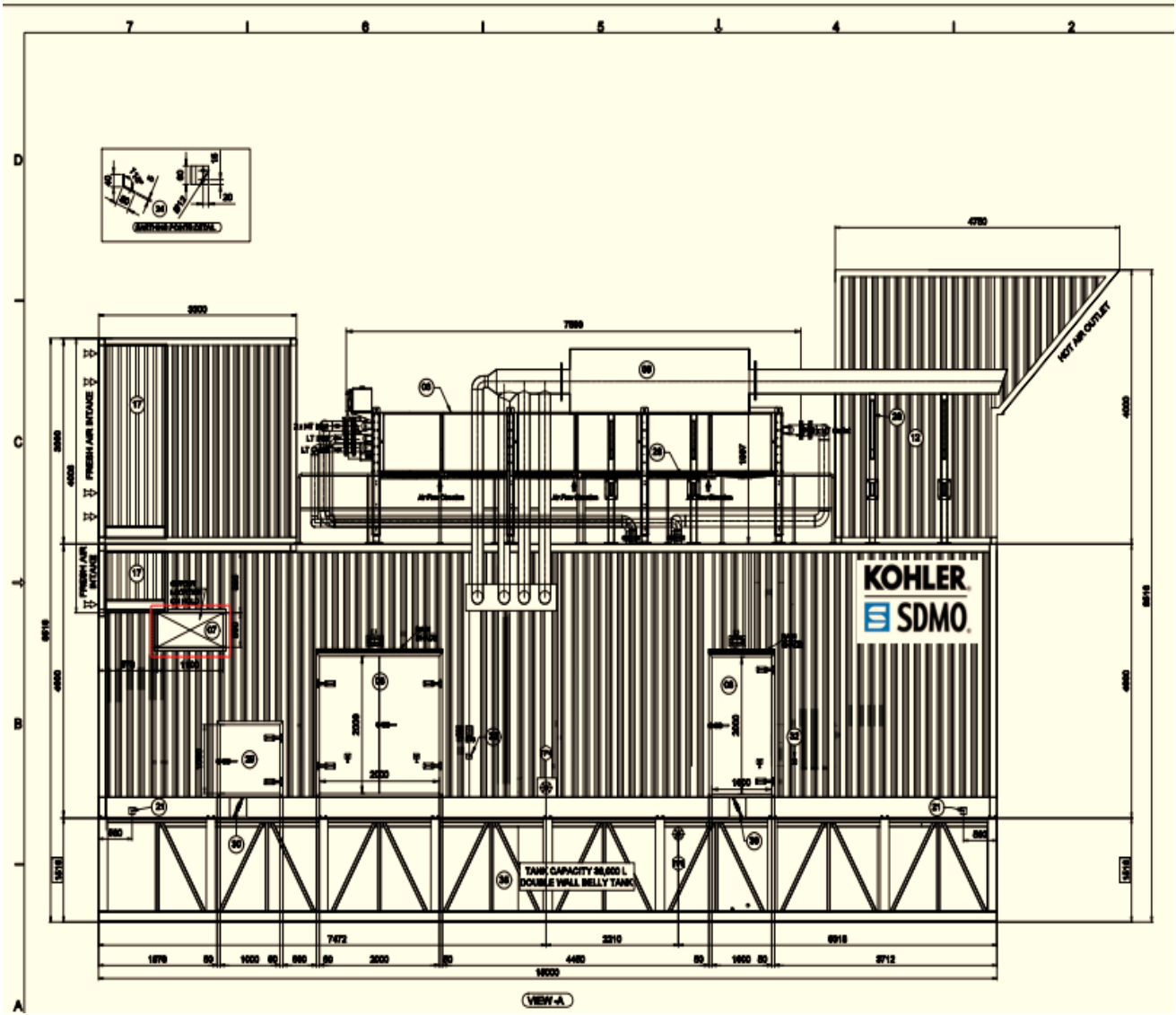
7. LV SWITCHGEAR DUAL CIRCUIT BREAKER

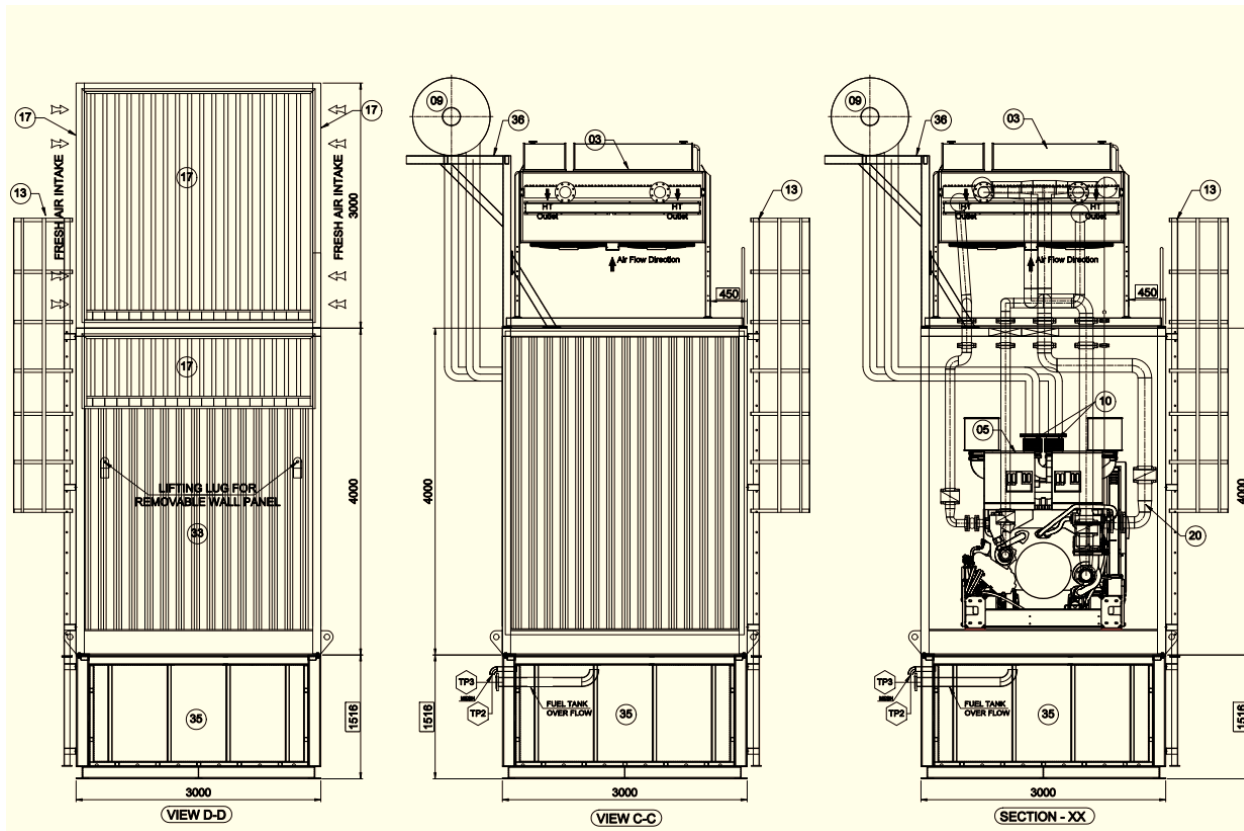
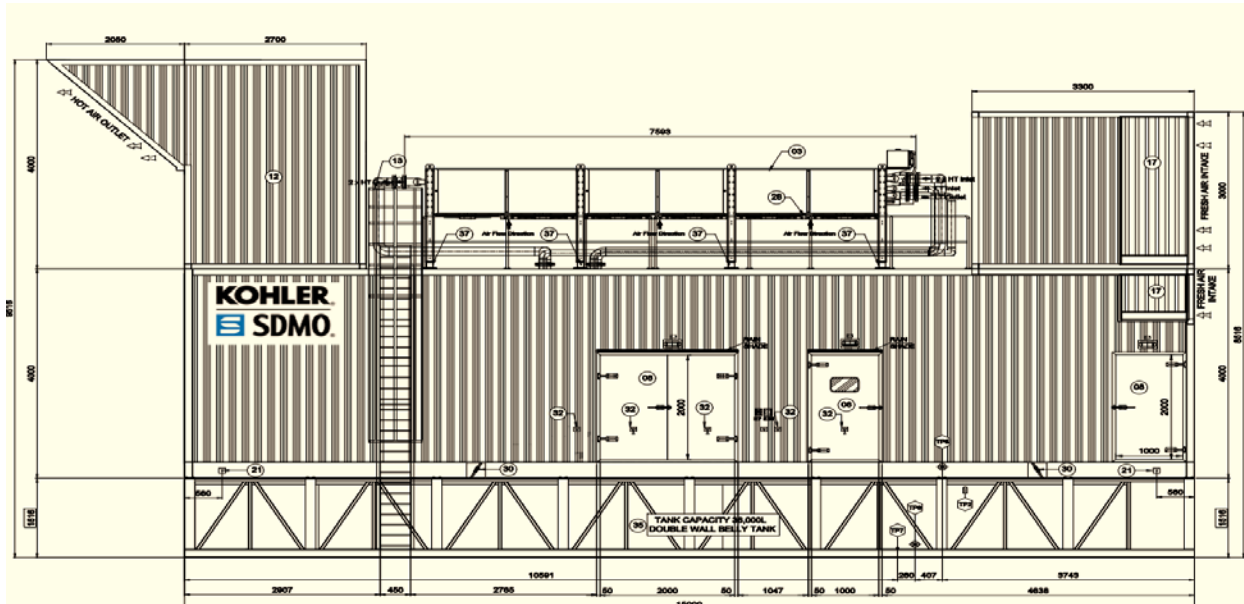
Equipment's meets the requirements of the following standards:

- IEC 61439-1 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
- IEC 61439-2 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies < 1000VAC et 1500V DC
- IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

	KD2800 LV Switchboard DUAL CB
Climate conditions	
Indoor air temperature max	46°C
IP (door closed)	31
IK	10
Altitude	< 2000m
Electrical characteristics	
Earthing arrangement (scheme)	4P + PEN
TT monitoring relay	Protection relay RH99 or equivalent
Circuit breakers & busbar current rating	Principal 5 000 A Load bank 5 000 A
Circuit breakers	Principal MTZ3, 4P, motorized, withdrawable Load bank MTZ3, 4P, motorized, withdrawable
Icw	65 kA
Surge arrester	Yes, 1x included, Type II, IPRD65 3P or equivalent
Auxiliary circuit	
Visual control indicators	3 x front facia voltage presence indicator tri-LED.
Circuit breaker monitoring	For each circuit breaker : 2 x position contacts: open / close 1 x contact : circuit breaker fault warning
Voltage detection relay	Yes, 1x voltage detection relay
Mechanical characteristics	
Dimension (Height x Length x Depth) mm	2050 x 2440 x 1030
Form	4B
Access/Connections	Front
Incomings	Power : top
Outcomings	Power : top Load bank : bottom on the rear
Wiring characteristics	
Identification / Type / Section / Voltage / Colors	Kohler Standard
Paint color	
Enclosure	Ral : 7035
Roof and bottom wiring	Ral : 7024







MARECHAL OF STAUBLI .



Illustration in MARECHAL ELECTRICCS

Illustration in POWERSAFE

Comparison table:

MARECHAL ELECTRIC CS	POWERSAFE
CS-1000 sockets	
400A	500A
13x per phase	11x per phase
Total = 13x4 + 1 PEN	Total = 11x4 + 1 PEN

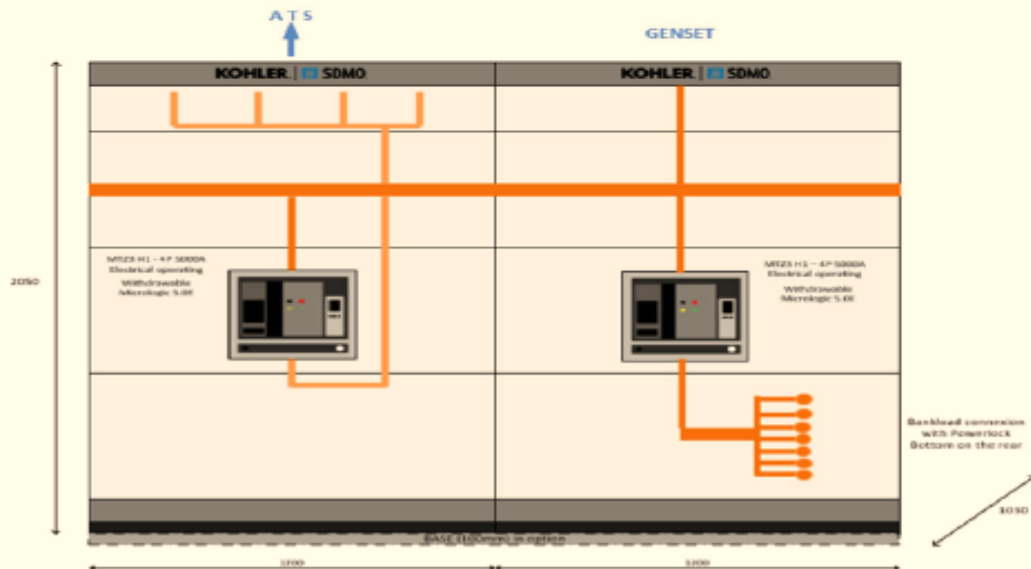
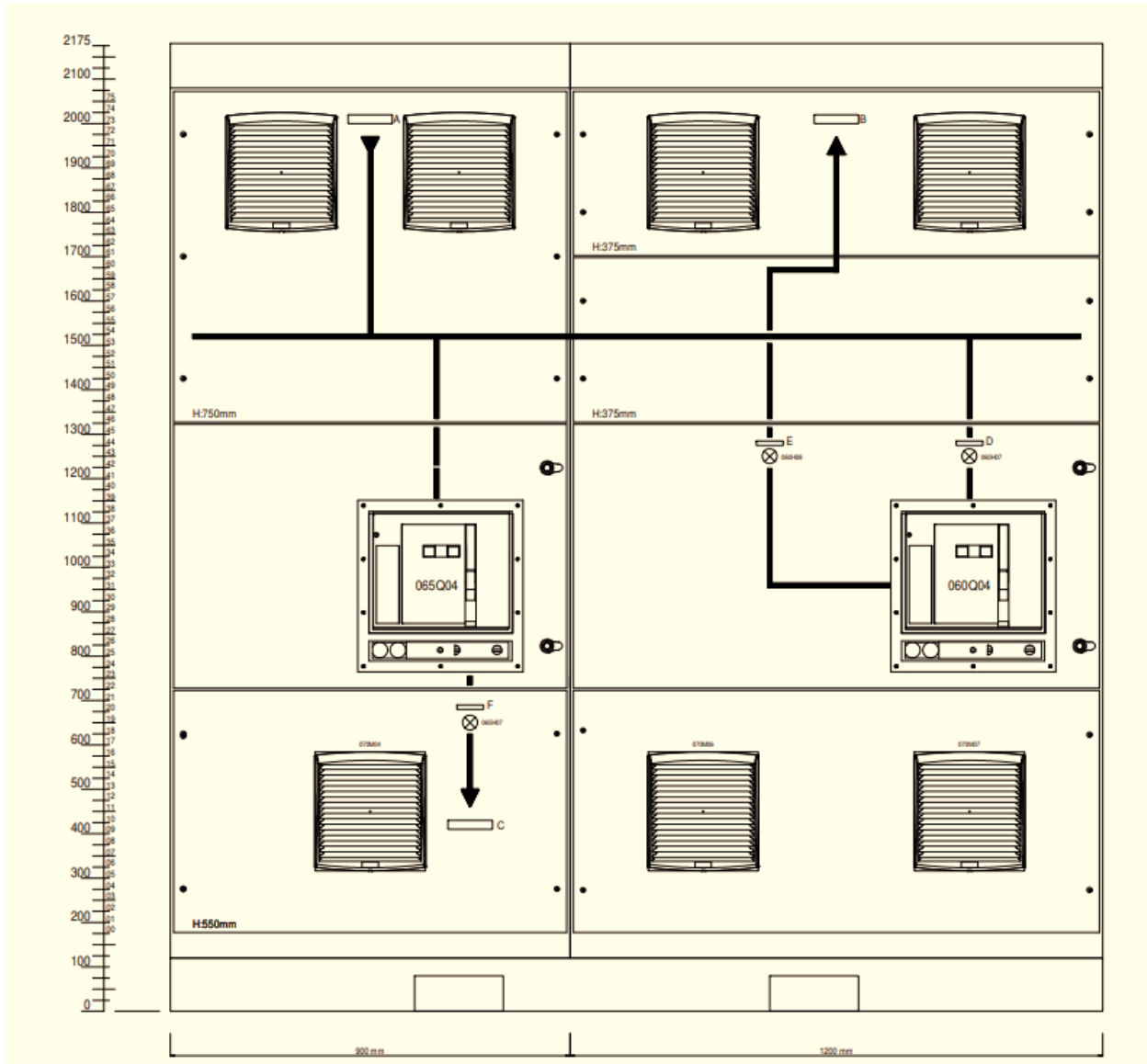
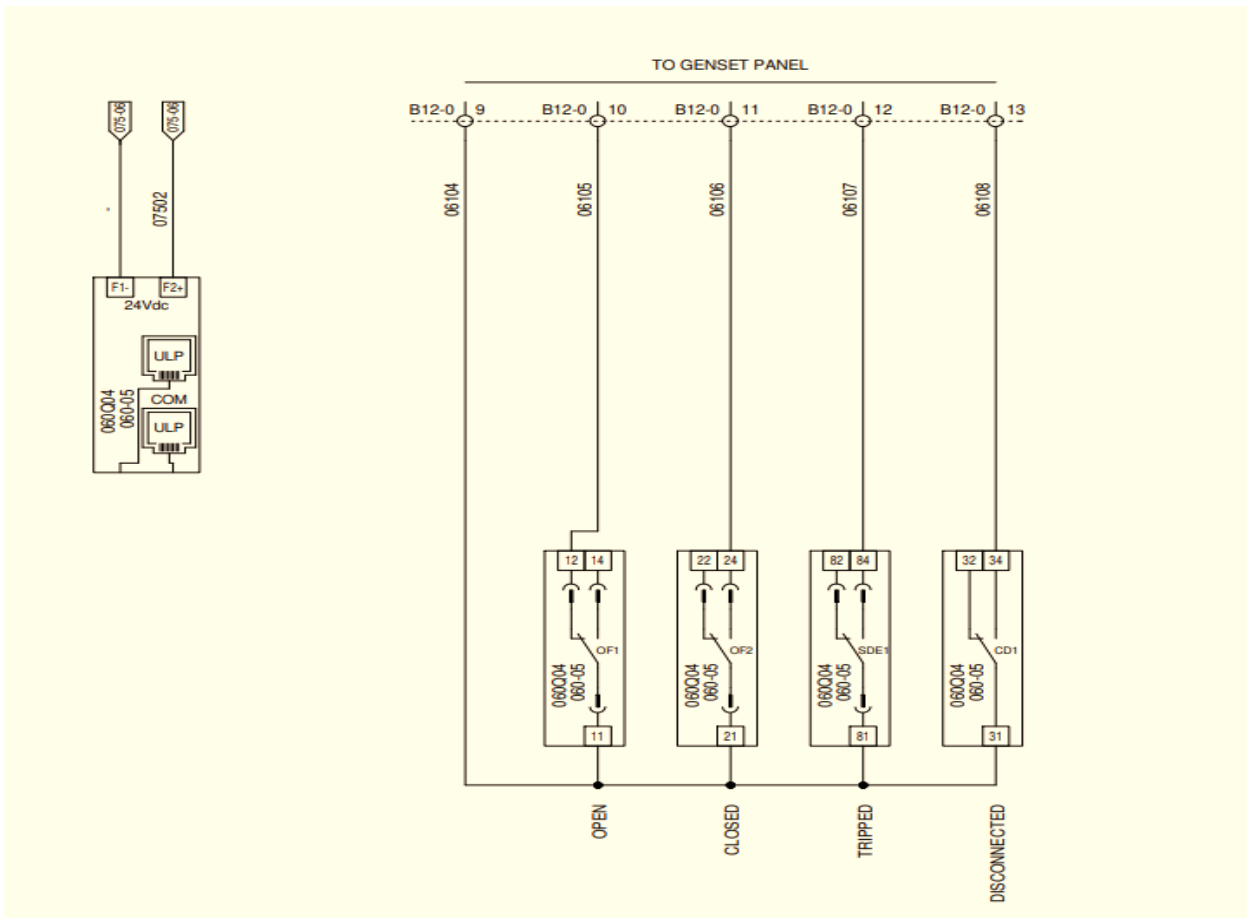
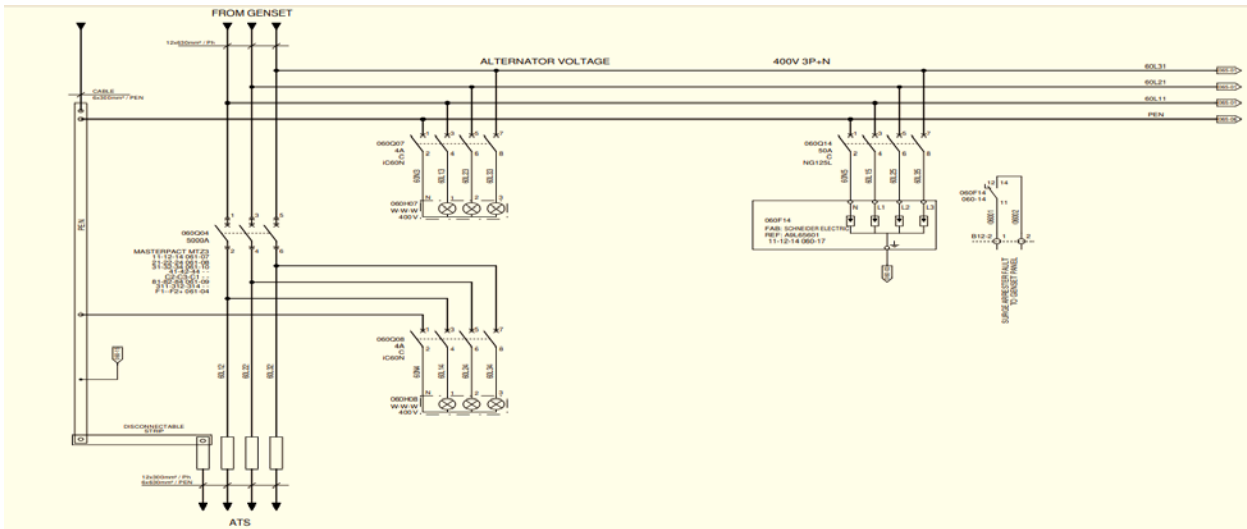
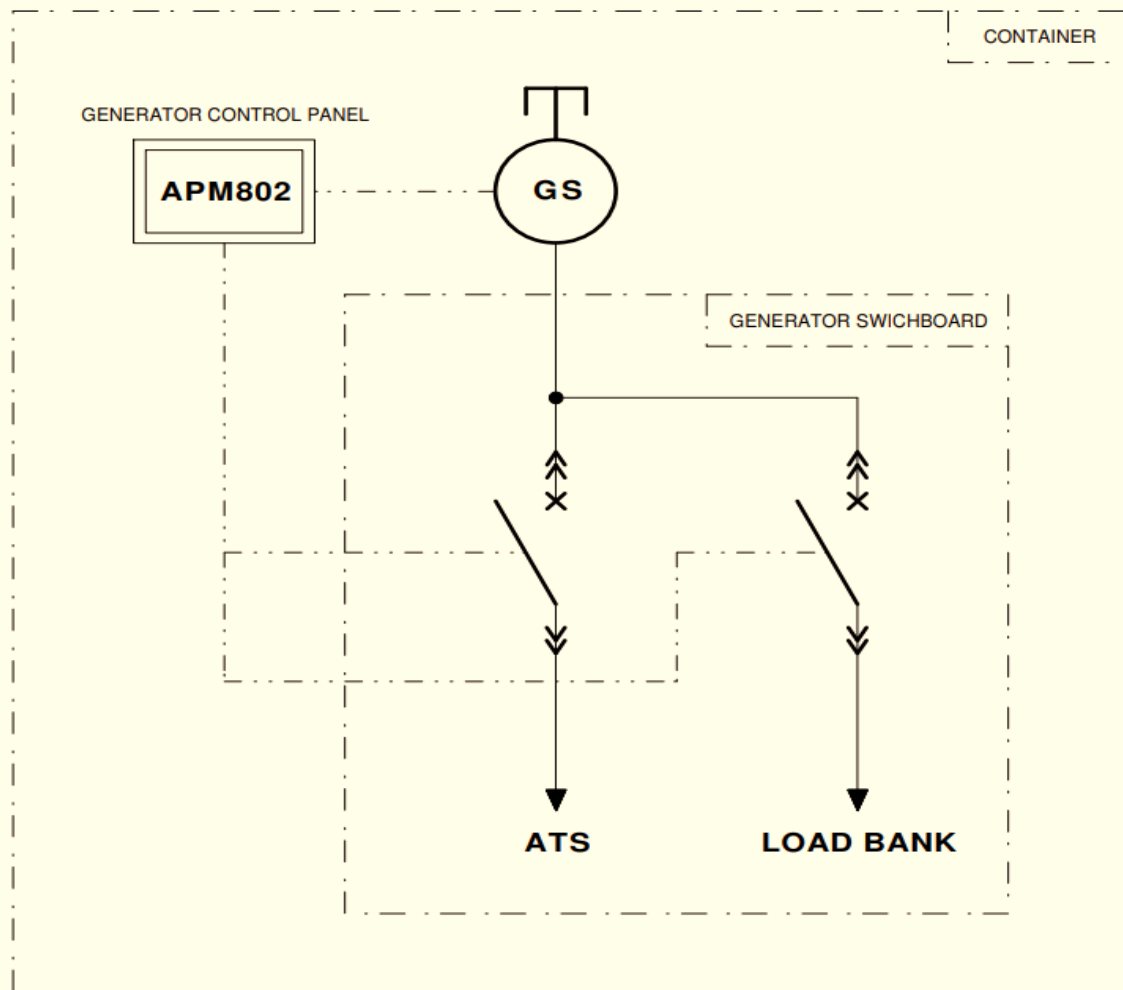
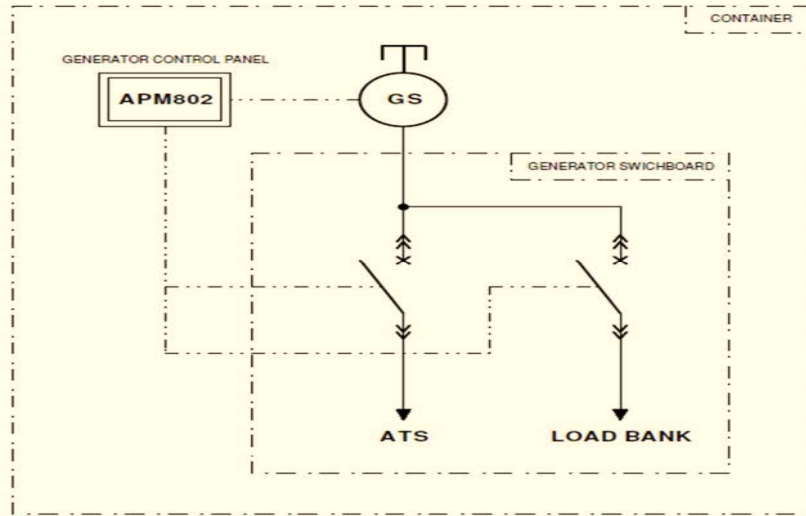


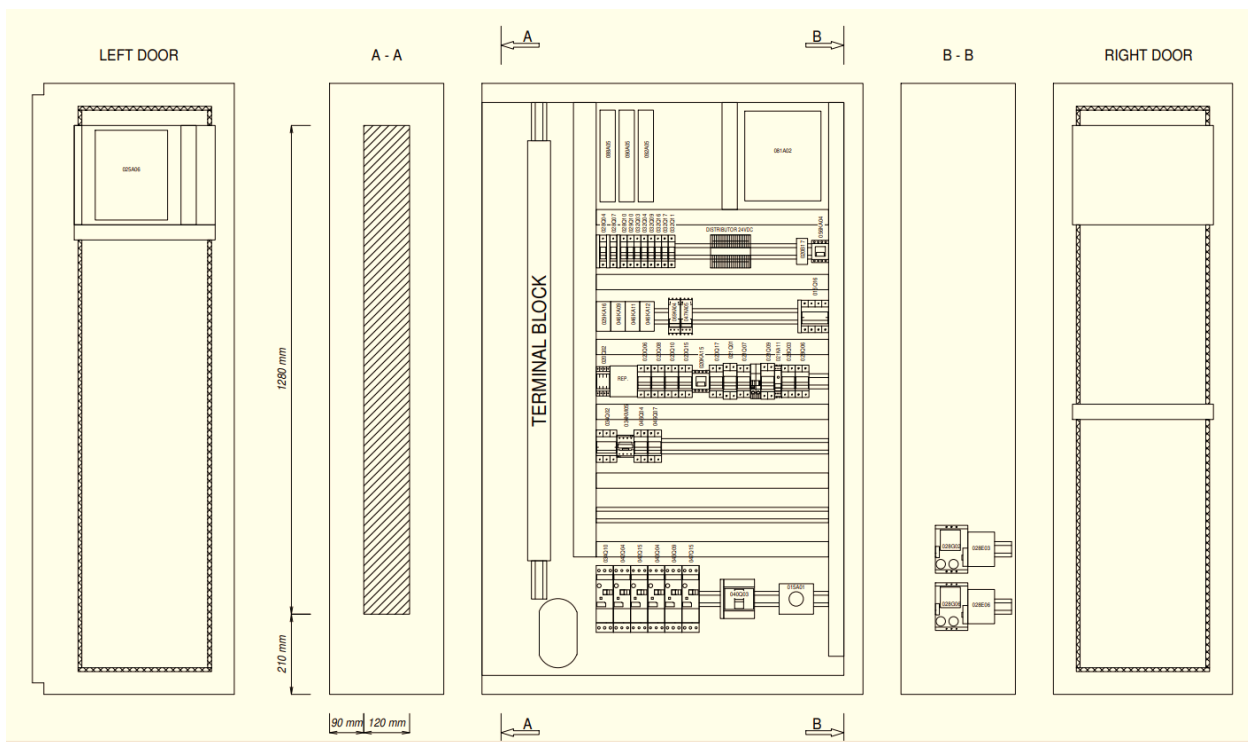
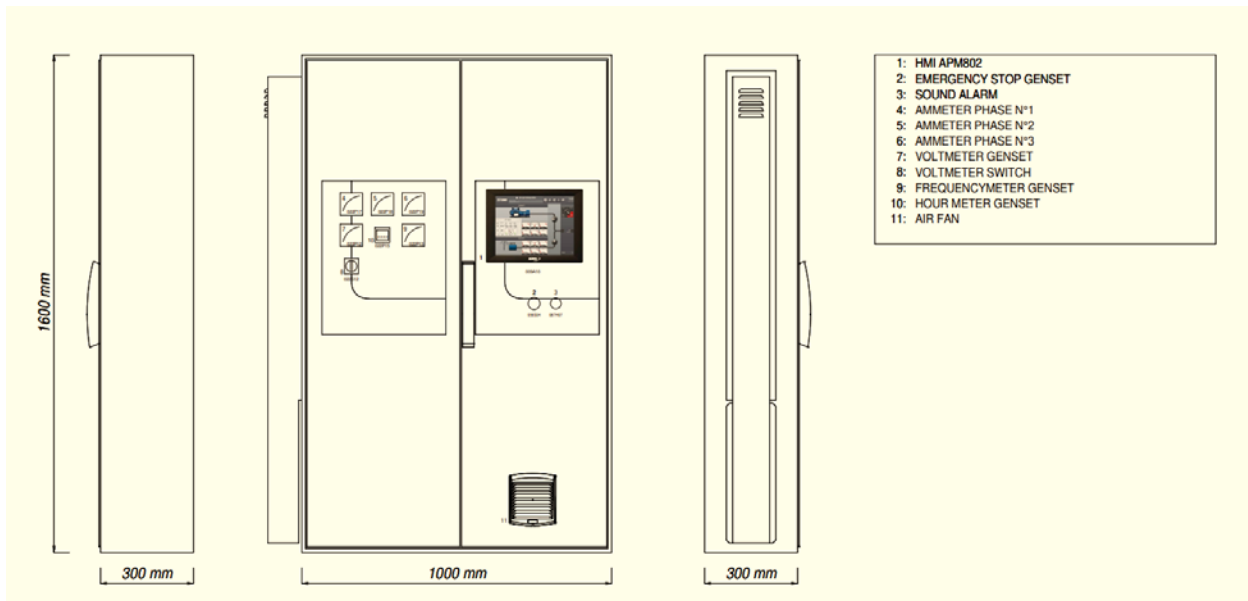
Illustration of LV SWITCHBOARD 5 000 A for KD2800

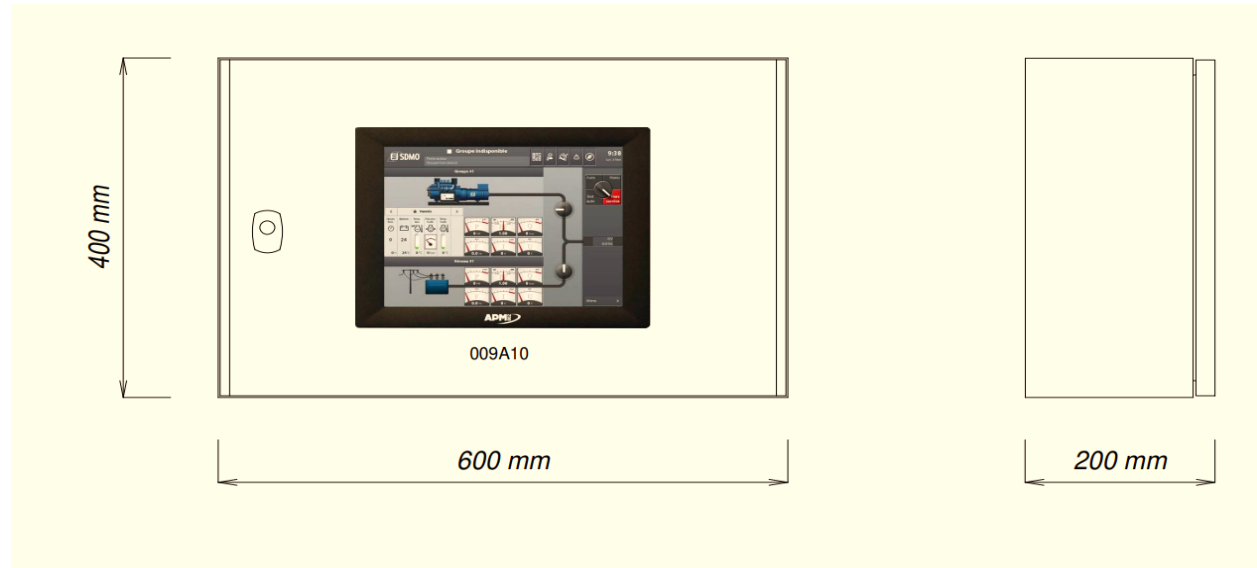
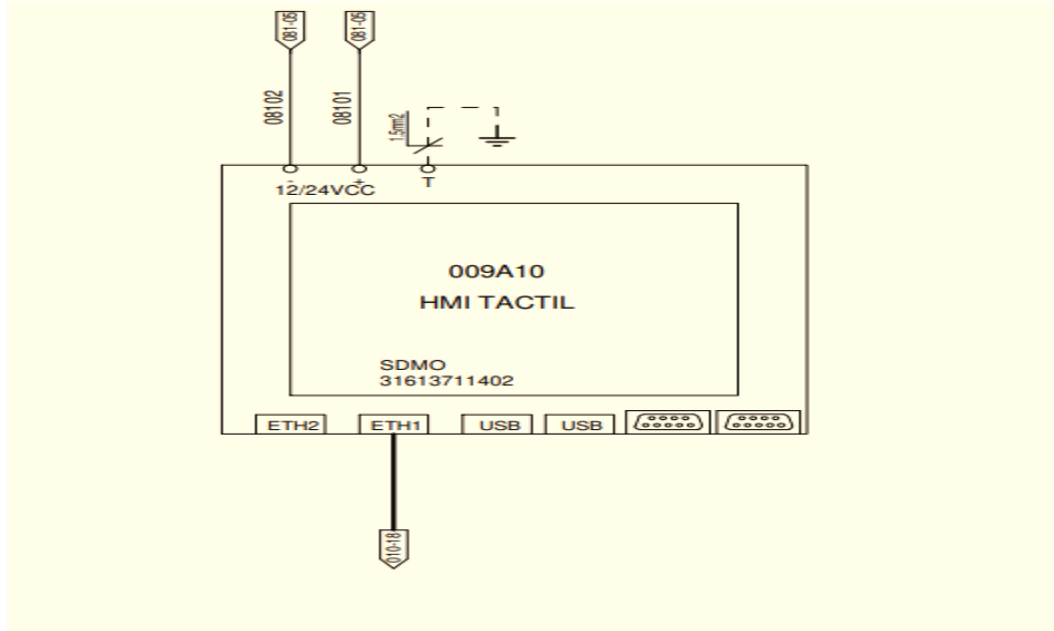




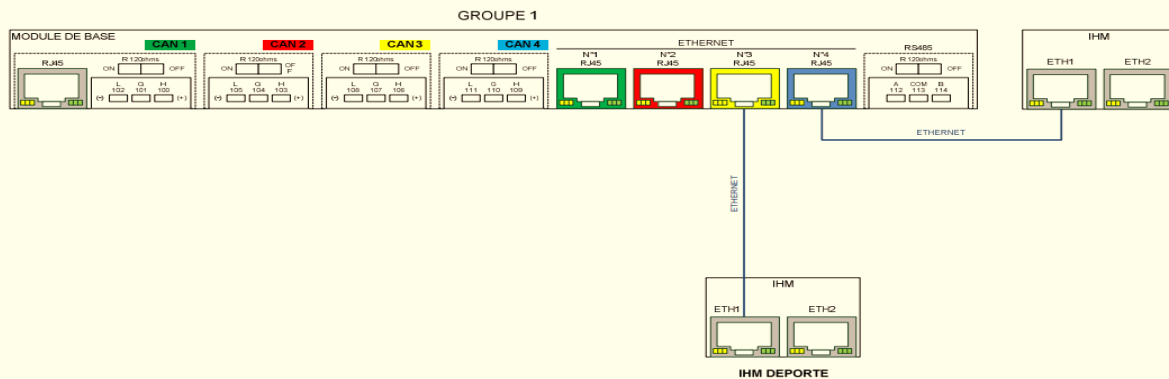
Single line of installation







2.4 Structure of communication



ورقة بيانات للوحات تحكم للمولد مستخدم في الداتا سنتر

II. CONTROL PANEL

1. DESCRIPTION OF THE APM802

The APM802 enables user-friendly, ergonomic and autonomous operation of generating sets and power plants.

- 12-inch color touch screen
- Navigation system
- 100% usable without the need for an external computer
- Languages: French, English, Spanish, Portuguese, German, Dutch, Russian
- The APM802 manages:
 - Control of the genset and/or the power plant in both manual and automatic mode, as well as tests off load or on load
 - Mechanical and electrical measurement displays
 - Status and time-stamped event displays (up to 1000 events)
 - Adjustment of parameters accessible to the customer (timers, etc.)
- The APM802 comes with built-in:
 - Software, accessible from an external computer, a tablet or smartphone, used for modifying some parameters and displaying the APM802 data
 - Configuration of site specific functions
- The APM802 is designed for operation under the following conditions:
 - Operating temperature - 20°C to + 60°C
 - Humidity: 93% at 40°C
- The APM802 is protected:
 - Protection index on front: IP65
 - Electronics protected against dust and humidity with tropicalized varnish



Embedded cabinet APM802 on genset.

1.1. Ergonomics, user-friendliness and convenience of the APM802





PROFILE	USER	OPERATOR*	SPECIALIST*
ACCESS	System monitoring	Trained in power plant operation	Trained by KOHLER-SDMO and approved partner
		End customer or maintenance company	
		Maintenance of wearing parts	Start-up, assistance, programming

*Profiles can be accessed using a password

1.1.2. Mobile supervision (Please refer to optional communication)



Remote access is easy in terms of the display and getting started with the installation (service, user).

1.2. Operating the APM802

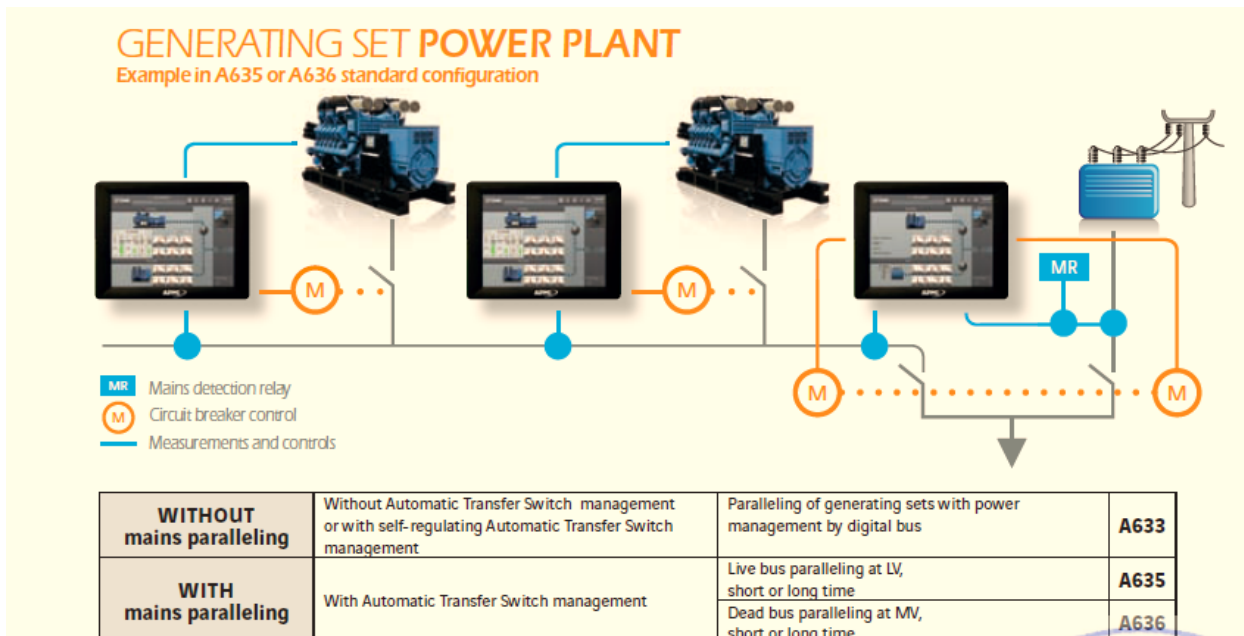
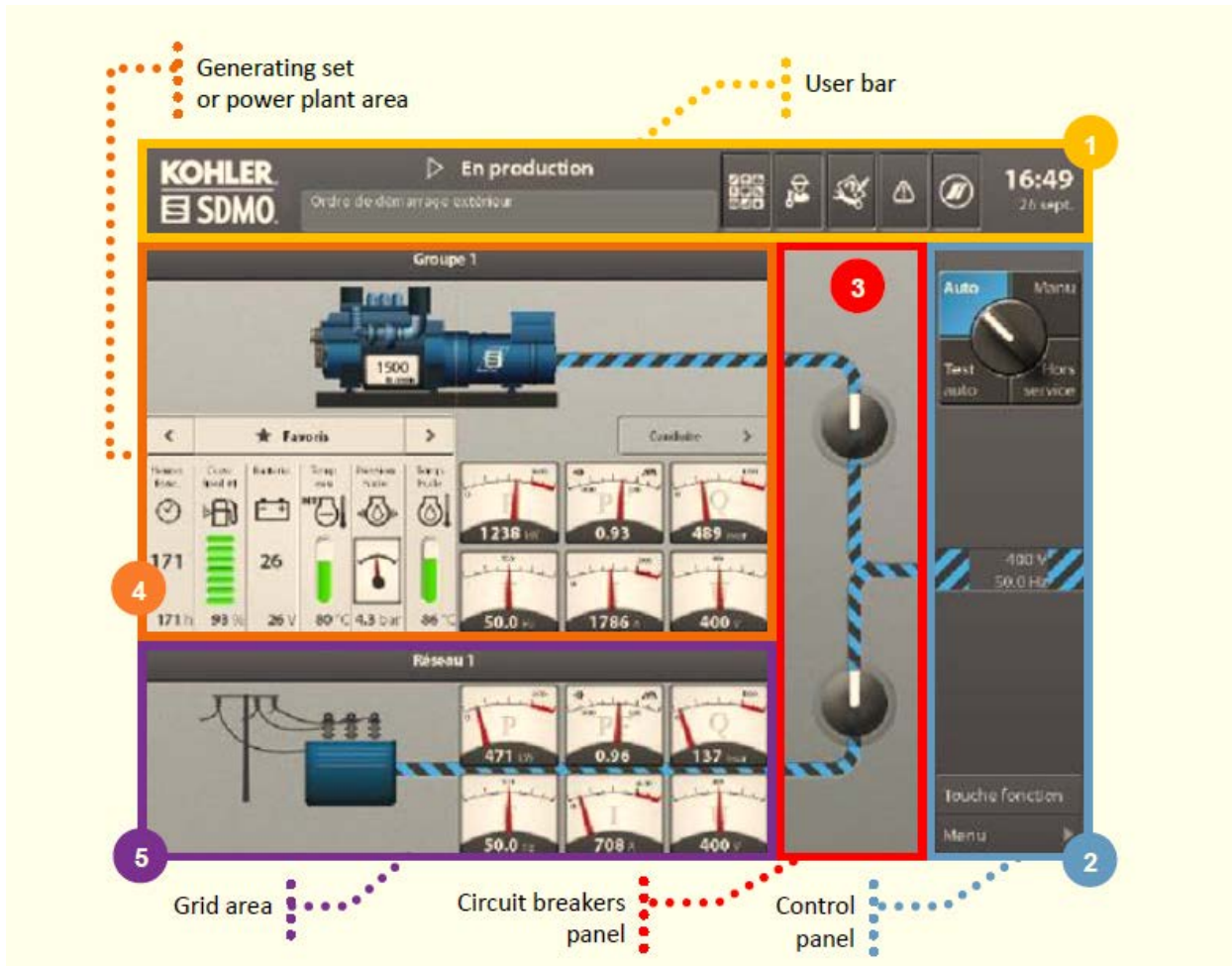
Representation area Whatever the HMI configuration, the "operation" screen is always divided into 5 very distinct parts.

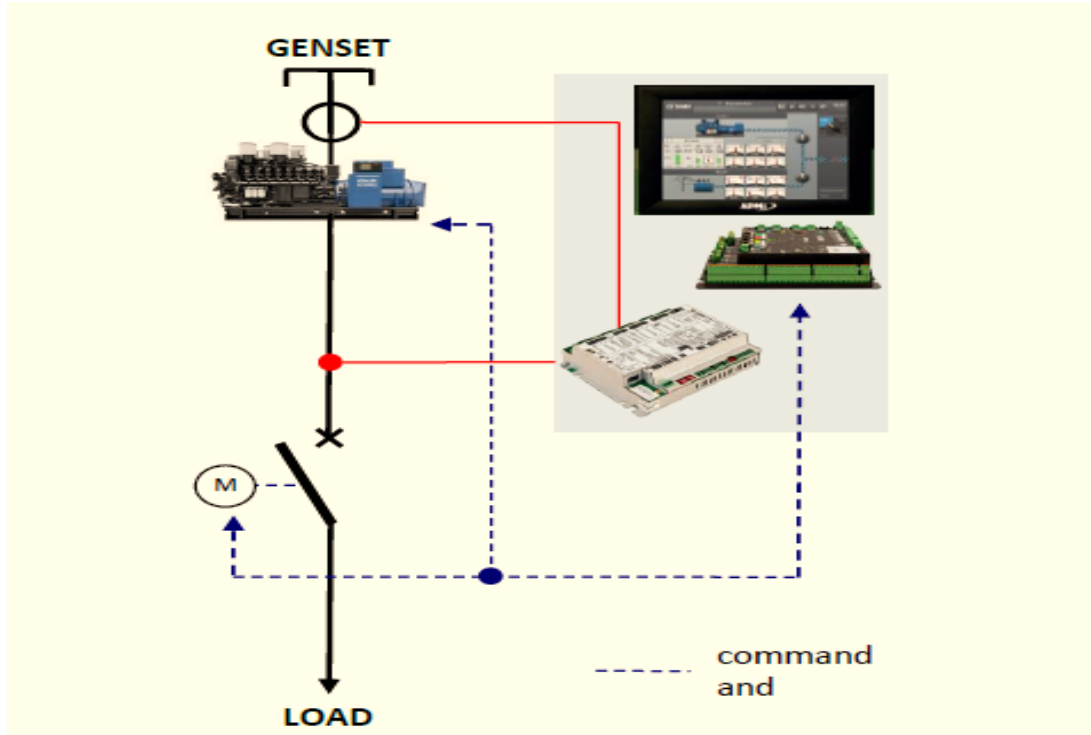
The example below shows a "single generating set with grid" configuration.

1.3. Operating the APM802

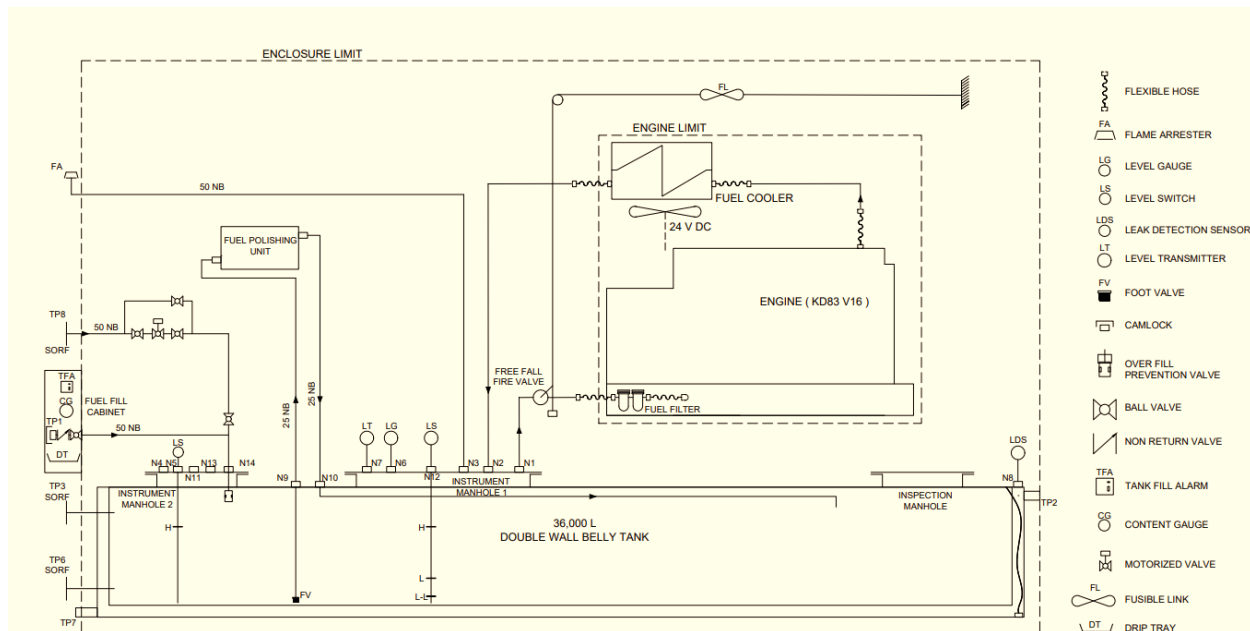
Representation area Whatever the HMI configuration, the "operation" screen is always divided into 5 very distinct parts.

The example below shows a "single generating set with grid" configuration.





لوحة تحكم الوقود للمولد



TIE IN POINTS.

PIPING INTERFACES				
NOZZ. NO.	DESIGNATION	SIZE	TYPE	MATERIAL
TP1	MANUAL FUEL FILL WITH OVERFILL PREVENTION VALVE	DN 50	CAMLOCK COUPLING	M.S
TP2	OUTER TANK VENT	DN 50	ANSI FLANGE (RF) #150 CLASS	M.S
TP3	FUEL TANK OVER FLOW	DN 80	ANSI FLANGE (RF) #150 CLASS	M.S
TP6	INNER TANK DRAIN	DN 40	ANSI FLANGE (RF) #150 CLASS	M.S
TP7	OUTER TANK DRAIN	DN 25	NPT COUPLING WITH PLUG	M.S
TP8	PUMP FUEL FILL CONNECTION	DN 50	NPT COUPLING WITH PLUG	M.S

NOZZLE SCHEDULE		
NOZZ. NO.	DESCRIPTION	SIZE
N1	FUEL INLET TO ENGINE.	DN 32
N2	FUEL RETURN TO BASE TANK (After fuel cooler)	DN 25
N3	INNER TANK VENT WITH FLAME ARRESTER.	DN 50
N4	SPARE	DN 25
N5	SPARE	DN 20
N6	LEVEL GAUGE.	DN 25
N7	LEVEL TRANSMITTER.	DN 40
N8	LEAK SENSOR.	DN 25
N9	FUEL POLISHING UNIT INLET.	DN 25
N10	FUEL POLISHING UNIT OUTLET.	DN 25
N11	PROVISION FOR EMERGENCY VENT	DN 50
N12	FLOAT LEVEL SWITCH (LL, L & H)	DN 25
N13	HIGH LEVEL ALARM FLOAT SWITCH	DN 20
N14	FUEL FILL WITH OVERFILL PREVENTION VALVE	DN 50



مقارنة أنواع توزيع الطاقة لمركز البيانات

يوجد عدة طرق لتوزيع الطاقة على رفوف تكنولوجيا المعلومات IT racks

1- لوحات توزيع الكهرباء Panelboard distribution boards



المميزات

- أقل تكلفة أولية، مدفوعة في المقام الأول بمكونات منخفضة التكلفة
- يتمتع فني الكهرباء بمرونة أكبر في مجموعات القواطع والكابلات
- يمكن الحصول على قطع الغيار بسرعة كبيرة، أي من مصدر كهربائي محلي

السلبيات

- زيادة خطر حدوث خطأ بشري نظرًا لأن التركيبات مصممة خصيصًا وهناك اعتماد أكبر على جودة العمل ومهارة الكهربائي
- إذا تم استخدام plenum لتوزيع الهواء، فإن الكابلات تحد من حجم الهواء الكبير المطلوب لمعدات تكنولوجيا المعلومات الحديثة (مع مرور الوقت) والتي تؤثر على فعالية توزيع التبريد
- قد يكون من الصعب تتبع الكابلات وإزالتها بسبب وضع كابلات الطاقة تحت الأرض أو في الأدراج

الإستخدام

- بالنسبة للتركيبات ذات السعة الأصغر وعندما تكون التكلفة الأولى الأقل أولوية قصوى
- عندما لا تكون تغييرات تكنولوجيا المعلومات محتملة أو متكررة
- عندما تكون كثافة الحمل لكل حامل تكنولوجيا المعلومات منخفضة

2-توزيع PDU التقليدي Traditional PDU distribution

يوجد نوعين كالتالى

Field-wired PDU

استخدام كابلات الطاقة في حوامل الكابلات أو في قنوات مرنة أو صلبة، موزعة أسفل الأرضية المرتفعة أو فوق رفوف تكنولوجيا المعلومات.



المميزات

- درجة أعلى من خيارات المراقبة مقارنة بأسلوب اللوحة
- انخفاض التكلفة الأولى، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى انخفاض تكلفة وحدة توزيع الطاقة (PDU) مقارنةً بوحدات توزيع الطاقة (PDU) التي تم تكوينها في المصنع أو وحدات PDU المعيارية
- يستوعب قيود الغرفة المادية غير العادية ويسمح بوضع أكثر إستراتيجية للتوزيع عند مقارنته باللوحات المثبتة على الحائط.
- يتمتع فني الكهرباء بمرونة أكبر في مجموعات القواطع والكابلات، نظرًا لعدم اختيارهم من المجموعات التي تم تكوينها مسبقًا

السلبيات

- زيادة خطر حدوث خطأ بشري نظرًا لأن تصميمات الأسلاك الميدانية تعني زيادة الاعتماد على جودة العمل ومهارة الكهربائي (أي أن عمليات إنهاء الأسلاك التي تتم في الميدان قد تؤدي إلى توصيلات فضفاضة وعيوب أخرى)
- ضمان محدود لنظام توزيع الطاقة بالكامل، حيث يتم تركيب مكونات مثل القواطع وكابلات الطاقة في الميدان
- إذا تم استخدام القاعة لتوزيع الهواء، فإن الكابلات تحد من حجم الهواء الكبير الذي تتطلبه معدات تكنولوجيا المعلومات الحديثة (بمرور الوقت) مما يؤثر على فعالية توزيع التبريد
- قد يكون من الصعب تتبع الكابلات وإزالتها بسبب وضع كابلات الطاقة تحت الأرض أو في الأدراج

الإستخدام

- عندما تكون التكلفة الأولى المنخفضة أولوية مقارنة بالتوزيع المعياري الذي تم تكوينه في المصنع
- عندما تكون المساحة الأرضية متاحة ولكن القيود الفريدة للغرفة تحد من استخدام التصميمات التي تم تكوينها في المصنع أو التصميمات المعيارية
- عندما لا تكون تغييرات تكنولوجيا المعلومات محتملة أو متكررة
- عندما يكون تخطيط تكنولوجيا المعلومات غير معروف في وقت مواصفات PDU، حيث لا يتم تحديد التصنيفات الدقيقة لقواطع الفروع وأطوال كابلات الطاقة إلا بعد اقتراب التثبيت

Factory configured PDU

باستخدام مجموعات كابلات الطاقة/القواطع المثبتة مسبقاً والموزعة من وحدات PDU العلوية في أحواض الكابلات إلى رفوف تكنولوجيا المعلومات.



المميزات

- تعمل مجموعات القواطع/كابلات الطاقة الجاهزة على تحسين الموثوقية من خلال تقليل العمل الميداني
- تصميم متكامل مزود بذكاء متكامل ومكون مسبقًا لتحسين السعة وإدارة التغيير مع تغير متطلبات الحمل
- ضمان على مستوى النظام لنظام توزيع الطاقة بالكامل، حيث يتم تصميم المكونات واختبارها ودمجها في المصنع
- يستوعب قيود الغرفة غير العادية حيث يمكن إدخال وحدات PDU في أي مكان في طابق تكنولوجيا المعلومات
- انخفاض التكلفة الأولى من أساليب التوزيع المعيارية

السلبيات

- يجب فهم تخطيط غرفة تكنولوجيا المعلومات في وقت مبكر من دورة التخطيط، حيث يتم شراء قواطع وأطوال كابلات محددة مع النظام. عادةً ما يكون التنسيق الأفضل بين تكنولوجيا المعلومات والمرافق ضروريًا
- ارتفاع التكلفة الميدانية لتركيب كابلات الطاقة والقواطع الجديدة مع تغير متطلبات الحمل مقارنة بأساليب التوزيع المعيارية
- قد يكون من الصعب تتبع الكابلات وإزالتها بسبب وجود كميات كبيرة من الكابلات المترابكة في الأحواض
- يشغل مساحة على أرضية غرفة تكنولوجيا المعلومات
- وزن شحن أثقل لأنه يتم شحنه مع جميع القواطع والكابلات المرفقة

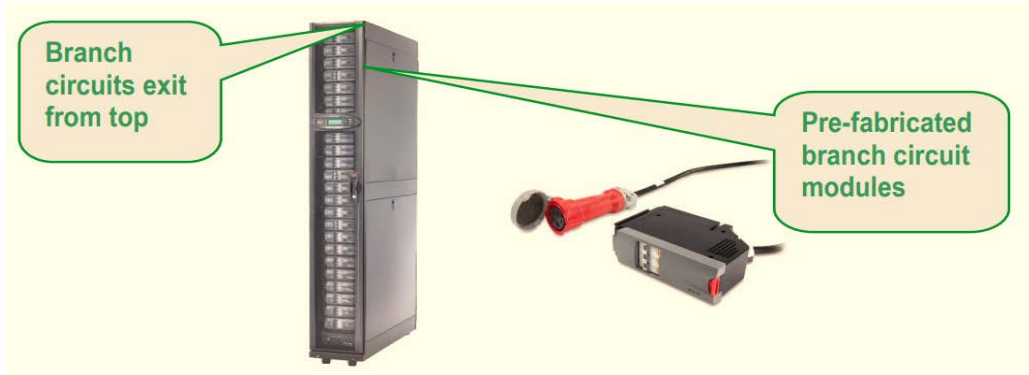
الإستخدام

- عندما يخطط مركز البيانات لتوسيع نطاق تكنولوجيا المعلومات المستقبلية على مستوى pod
- عندما يحتاج مركز البيانات إلى معدات محمولة بسبب احتمالية النقل في المستقبل
- عندما لا تكون المساحة مقيدة وتكون التكلفة الأولى المنخفضة هي الأولوية

3-توزيع وحدات Modular distribution

ويوجد منه نوعين

Floor-mount distribution



المميزات

- لوحة الكترونية معززة مسبقة الصنع ووحدات الدوائر الفرعية تضمن وجود نظام متكامل وموثوق
- وقت تركيب أسرع بفضل عامل الشكل والوحدات المجمعة مسبقاً والتي تتطلب الحد الأدنى من العمل الميداني
- تصميم متكامل مزود بتقنية التوصيل والتشغيل الذكية لتحسين القدرة وتغيير الإدارة مع تغير متطلبات الحمل
- ضمان على مستوى النظام لنظام توزيع الطاقة بالكامل، حيث يتم تصميم المكونات واختبارها ودمجها في المصنع
- تحسين الشكل الجمالي، مع عامل شكل حامل تكنولوجيا المعلومات لترتيبه في صف من الرفوف، بالقرب من الحمولة
- سهولة توسيع نطاق وحدات PDU الإضافية مع تحديد الطلب الجديد على تكنولوجيا المعلومات
- يستوعب قيود الغرفة غير العادية حيث يمكن إدخال وحدات PDU في أي مكان في طابق تكنولوجيا المعلومات

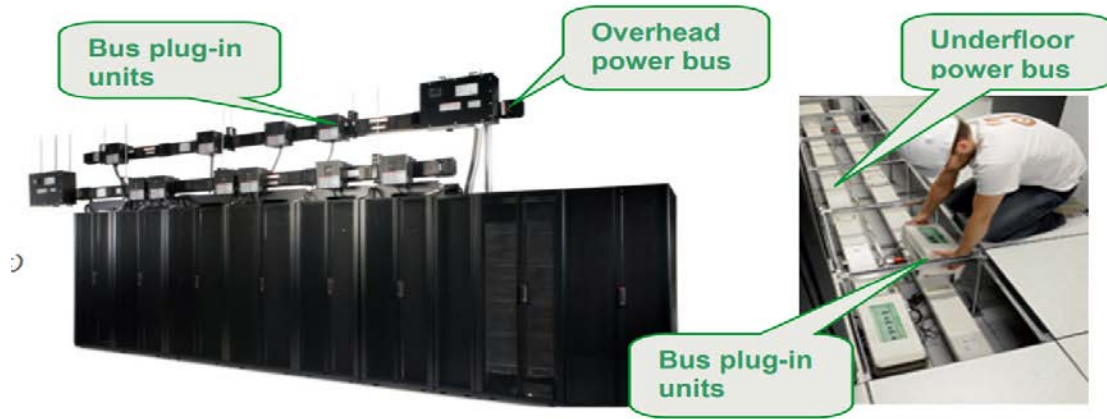
السلبيات

- عدد أكبر من الكابلات المخزنة نظرًا لاختلاف المسافات من وحدات PDU إلى رفوف تكنولوجيا المعلومات
- يمكن أن يكون تتبع الكابلات وكذلك الإضافات والتغييرات أمرًا صعبًا، خاصة بالنسبة للتطبيقات عالية الكثافة، نظرًا لحجم وحجم الكابلات الموجودة في الكابل ترى
- يشغل مساحة أرضية في غرفة تكنولوجيا المعلومات

الإستخدام

- عندما يكون لدى مركز البيانات خطة نمو غير مؤكدة ولا يتم تحديد المواقع بدقة مسبقًا، مما يتطلب مرونة لإضافة/نقل التوزيع
- عندما تكون الغرفة مقيدة من حيث الشكل أو ارتفاع السقف أو بها عوائق
- عندما يرغب موظفو تكنولوجيا المعلومات في إعادة تكوين القواطع والدوائر الفرعية دون مشاركة أطراف ثالثة
- عندما تكون سرعة deployment ذات أولوية عالية
- عند التعديل التحديثي لمركز بيانات موجود بسعة إضافية أو عند تركيب منطقة عالية الكثافة

Busway distribution



المميزات

- لا يوجد أي أثر على أرضية غرفة تكنولوجيا المعلومات، مما يوفر مساحة أكبر لمعدات تكنولوجيا المعلومات
- تحسين إدارة الكابلات وتتبعها، مع كابل التوزيع من وحدة التوصيل الموجودة مباشرة فوق أو أسفل رفوف تكنولوجيا المعلومات
- يمكن تقليل مخزون الكابلات بشكل كبير من خلال مسافة ثابتة من مسار الباسبار إلى كل حامل لتكنولوجيا المعلومات

- تعمل وحدات التوصيل المجمعة مسبقًا بدون أدوات على تحسين الموثوقية من خلال التخلص من قطع الأسلاك الميدانية وإنهاء الدوائر الفرعية
- ضمان على مستوى النظام لنظام توزيع الطاقة بالكامل، حيث يتم تصميم المكونات واختبارها ودمجها في المصنع
- مجموعة واسعة من القدرات المتوفرة في السوق لتلبية احتياجات القدرات الأكبر
- عمليات إضافة وتحريك وتغييرات أكثر بساطة نظرًا لعدم تكديس الكابلات فوق بعضها البعض

السلبيات

- ارتفاع السقف يمكن أن يعيق التنفيذ العام لهذا النهج، كما هو الحال بالنسبة للمساحة المطلوبة فوق الرفوف (حوالي 25 بوصة أو 0.6 متر)؛ الأرضية المرتفعة المستخدمة كقاعة هوائية تحد من التنفيذ تحت الأرضية
- يتطلب التثبيت الميداني لأقسام الناقلات المتعددة وقدرات الإدارة الميدانية المتكاملة مزيدًا من الوقت والنفقات ويمكن أن يؤدي إلى حدوث مشكلات فريدة
- يمكن أن تتداخل مع القنوات وأنظمة احتواء الهواء عند تعليقها فوق حاويات تكنولوجيا المعلومات
- يجب التفكير في وضع الصف وطوله مسبقًا من أجل وضع طريق الباسبار
- من المرجح أن يكون حجم الباسبار أكبر من اللازم نظرًا لأنه يتم تصنيعها عادةً في اليوم الأول

الإستخدام

- عندما تكون المساحة الأرضية في غرفة تكنولوجيا المعلومات محدودة
- في المرافق الكبيرة ذات المخطط المفتوح مع تخطيط صف تكنولوجيا المعلومات المحدد جيدًا
- عندما تكون هناك درجة عالية من الثقة في متطلبات التحميل النهائي لتكنولوجيا المعلومات
- عندما يكون هناك تكرار كبير لتبديل معدات تكنولوجيا المعلومات مما يتطلب تركيب دوائر جديدة (أي بيئة المختبر)

مقارنة مبدئية سريعة لتكلفة أنواع التوصيل السابقة

Attribute	Panelboard distribution	Field-wired PDU distribution	Factory-configured PDU distribution	Busway modular distribution	Floor-mount modular distribution
Capital Cost	Lowest cost approach at \$0.15 – \$0.30 / watt* System is typically installed up front for maximum expected capacity, resulting in increased first cost; Installation labor is nearly half of total cost, which results in greater variation in total cost.	Low cost approach at \$0.20 – \$0.40 / watt* System is scalable at pod level; Installation labor is greater percent of total cost, which results in greater variation in total first cost.	Low cost at \$0.30 - \$0.50 / watt* System is highly scalable so costs can be deferred until capacity need exists; Installation labor is approximately 20% of total cost.	\$0.40 - \$0.60 / watt* Busway is generally installed up front for maximum expected capacity, resulting in increased first cost; Installation labor is approximately 20% of total cost.	\$0.40 - \$0.70 / watt* System is highly scalable so costs can be deferred until capacity need exists; Installation labor is approximately 20% of total cost.
Operating Cost	Underfloor cabling causes interference with underfloor airflow that reduces cooling efficiency and capacity; changes involve more costly field-work.	Underfloor cabling causes interference with under-floor airflow that reduces cooling efficiency and capacity; changes involve more costly field-work.	Cabling is generally overhead so no interference with airflow and no leakage from wire openings in floor; changes to breakers / cables involve more costly field-work than modular distribution.	Busway, when run overhead, results in no interference with airflow and no leakage from wire openings in floor; changes to breakers / cables involve less field-work.	Cabling is generally overhead so no interference with airflow and no leakage from wire openings in floor; changes to breakers / cables involve less field-work.

وحدة توزيع طاقة الحامل (PDU) لمراكز البيانات

بدأت وحدة توزيع طاقة الحامل (PDU) في الظهور باعتبارها الحلقة الأخيرة من سلسلة الطاقة المعقدة لمركز البيانات، كان الدور التقليدي لوحدة توزيع الطاقة (PDU) للحامل هو توفير طاقة مستقرة وموثوقة وكافية لجميع الأجهزة الموجودة في الحامل أو الخزانة - الخوادم، والتخزين، ومعدات الشبكة، وما إلى ذلك التي يتم توصيلها به وعلى الرغم من أنه يوفر نبض القلب الكهربائي لجميع الأنظمة التي تقوم بتشغيل التطبيقات المهمة التي تدعم تشغيل الشركة إلا أنها غالباً ما كانت تعتبر سلعة بسيطة - مجرد شريط طاقة .عادةً، كانت تكنولوجيا المعلومات تخبر المنشآت فقط بمقدار الطاقة المطلوبة، استناداً إلى مواصفات لوحة اسم الجهاز وفي كثير من الأحيان مع التكرار، لذلك كان هناك الكثير من الإرتفاع والحد الأدنى من مخاطر التوقف عن العمل. لم يتم التفكير كثيراً في الكفاءة أو القيمة الأخرى التي يمكن أن توفرها وحدة PDU للحامل

ذلك كان بالأمس .على مدى السنوات القليلة الماضية، أصبح توفر النظام "أمراً مفروغاً منه"، والآن، يتركز اهتمام إدارة مركز البيانات على التكاليف التشغيلية، وتحسينات الكفاءة، وتحسين الموارد. مع تجاوز الإنفاق السنوي لتشغيل مركز البيانات المتوسط تكلفة شراء المعدات (ITE) نفسها، أصبح الآن استخدام (وإهدار) الطاقة مستهدفاً كأولوية. وبعيداً عن التكلفة الفعلية لتشغيل مركز البيانات، هناك القضايا الهامة التي تؤثر على كل من العمليات الحالية والتوسع المستقبلي - على سبيل المثال، المساحة المادية وتوفر طاقة المرافق والتنظيم الحكومي المحتمل. نظراً لأن كل الطاقة تقريباً يتم تسليمها من المرافق يتم استهلاك وحدات PDU إلى مركز البيانات إما بشكل مباشر عن طريق الأجهزة الموصولة بوحدات PDU للحامل أو بشكل غير مباشر عن طريق البنية التحتية لتوصيل الطاقة إلى الحامل وتبريد الأجهزة

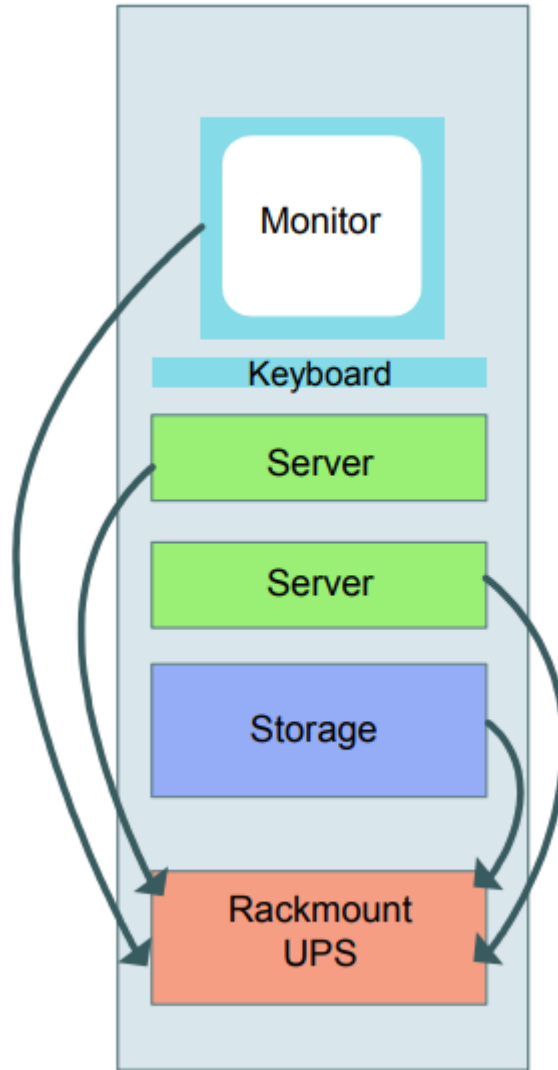
ولتحقيق أقصى استفادة من مساحة مركز البيانات والموارد الأخرى، كان هناك اتجاه لنشر حوامل مكتظة بخوادم مكونة من وحدة واحدة أو خوادم نصلية تستهلك الكثير من الطاقة. لذا فإن وحدات توزيع الطاقة (PDU) ذات الحامل اليوم تتعامل عادةً مع أحمال تتراوح من 5 إلى 10 كيلو واط مع 20 منفذاً مقارنة بـ 2 إلى 3 كيلو واط مع 8 إلى 12 منفذاً قبل بضع سنوات؛ وهناك وحدات PDU مصمم الآن لدعم أكثر من 20 كيلووات وأكثر من 40 منفذاً.

لزيادة إنتاجية تكنولوجيا المعلومات والحفاظ على الطاقة من خلال استخدام إطفاء الأنوار و/أو تشغيل مركز البيانات عن بعد، توفر بعض وحدات توزيع البيانات (PDU) ذات الحامل مراقبة في الوقت الحقيقي وإعداد التقارير والتنبيهات، بالإضافة إلى تبديل منفذ آمن وموثوق.

مقارنة مدى توفر Redundancy Configurations لطاقة الحامل المختلفة

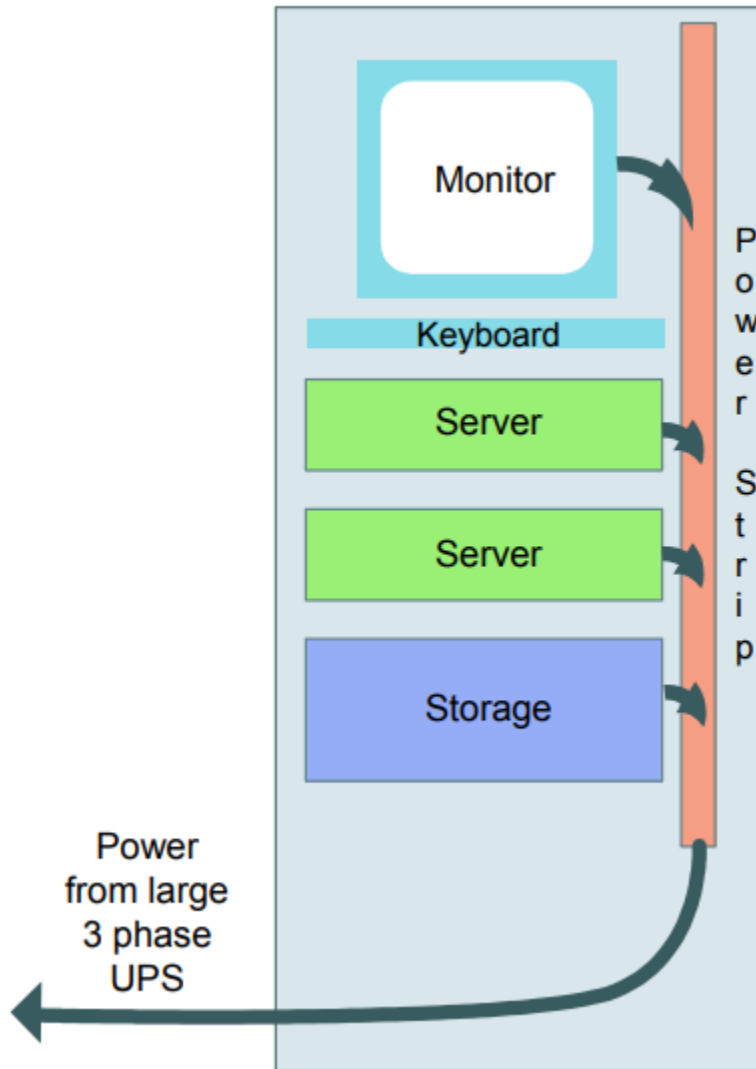
توفر الرسومات التالية نظرة عامة على الأساليب المختلفة لزيادة التوفر للمعدات المثبتة على حامل، ولكن يمكن أيضاً تطبيقها على المعدات المستقلة أيضاً. يتم اختيار المناهج المختلفة عادة بهدف تحقيق المستوى المطلوب من التيسر، مع افتراض أن المناهج الأكثر تكلفة توفر مستوى أعلى من التيسر. يوضح الشكلان 1 و 2 كيفية توزيع الطاقة غالباً داخل حامل مركز البيانات اليوم.

Typical rack-mount power 1



(شكل رقم -1)

Typical centralized power 2



Single-corded load

(شكل رقم -2)

يوضح الشكل رقم 1 تكوين توزيع طاقة الحامل النموذجي المستخدم في مراكز البيانات الصغيرة أو المتوسطة الحجم وحجرات الأسلاك. يتيح هذا التكوين إمكانية نقل الرفوف بسهولة مع الأجزاء الداخلية بطارية احتياطية UPS وحماية من زيادة التيار. في مراكز البيانات حيث يتم استخدام العشرات أو المئات من الرفوف،

يعد الشكل رقم 2 مع مصدر طاقة مركزي كبير غير منقطع (UPS) تكوينًا أكثر شيوعًا. لا يوجد تكرار للطاقة في توزيع الطاقة على الحامل في كلتا الحالتين.

تستخدم البنية الكهربائية الأخرى أجهزة للتبديل من مصدر طاقة أساسي إلى مصدر طاقة ثانوي. اثنان من هذه الأجهزة هما مفتاح النقل الثابت (STS) ومفتاح النقل التلقائي (ATS). ويتراوح حجم هاتين الوحدتين من حوالي 1 كيلووات إلى أكثر من 1 ميغاوات. تشغيل الأجهزة ذات الأسلاك المفردة في بيئة ذات مسار مزدوج. يتم عرض أمثلة لكل من رموز التبديل هذه في الشكل



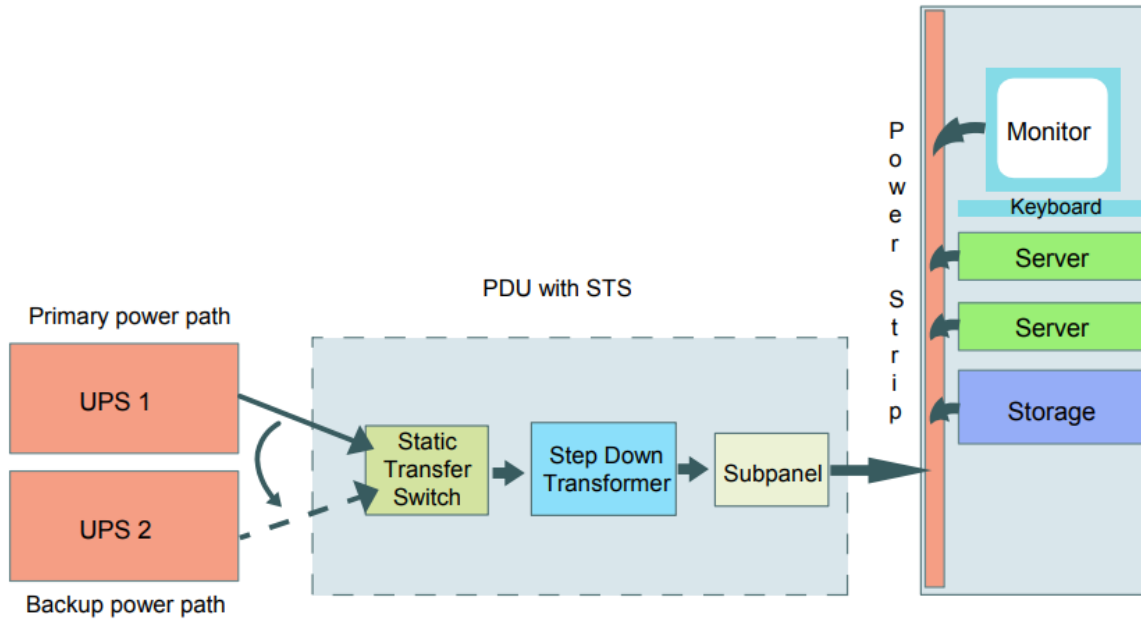
Rack-mount 3-phase 6 kVA ATS



3-phase 300 kVA STS

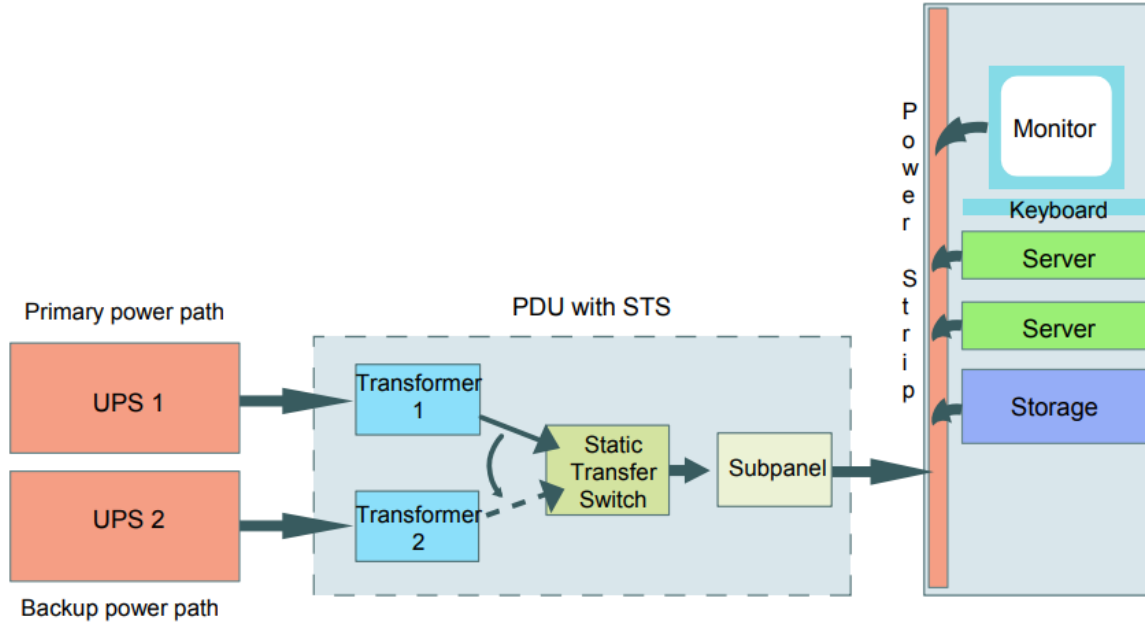
يوضح الشكلان 4 و 5 كيفية توزيع الطاقة في بعض الأحيان في المرافق الكبيرة ذات المهام الحرجة. في كلتا الحالتين، يوجد مساران زائدان يؤديان إلى STS، إلا أن مصادر المرافق التي تغذي UPS قد تكون أو لا تكون زائدة عن الحاجة، اعتمادًا على عوامل مثل التكلفة وتوافر المحطات الفرعية من شركة المرافق. والفرق الوحيد بين السيناريوهين هو أن الشكل 4 يستخدم محوّلًا واحدًا في اتجاه مجرى المفتاح الثابت بينما يستخدم الشكل 5 محولات زائدة عن الحاجة في اتجاه مجرى المفتاح الثابت. ومع ذلك، في كلتا الحالتين، تعد STS واللوح الفرعية النهائية والأسلاك المرتبطة بها نقاط فشل فردية محتملة.

توفر هذه الطرق بعض التكرار، لكن المكونات المتبقية التي لا تحتوي على تكرار تمثل مخاطر فشل وصعوبة محتملة في الصيانة.



Redundancy to the load with STS

(شكل رقم -4)



Redundancy to the load with STS (redundant transformers)

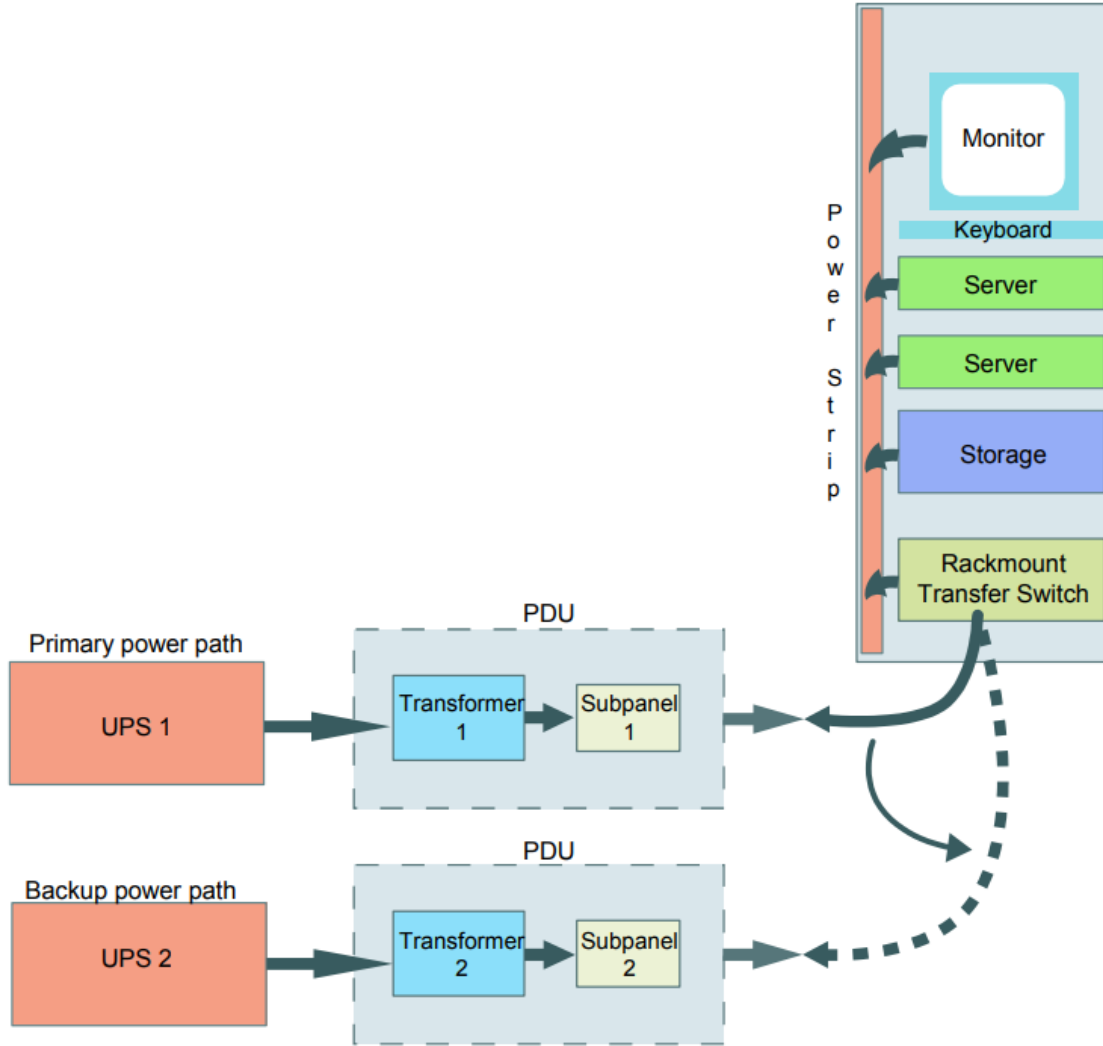
(شكل رقم 5-)

يمثل الشكلان 4 و 5 تحسينات على تكوينات مركز البيانات الموضحة في الشكلين 1 و 2، لكنهما ما زالا لا يوفران تكراراً كاملاً للحامل. على الرغم من إضافة UPS ومحول زائد عن الحاجة، إلا أن المفتاح الثابت واللوح الفرعية والأسلاك المرتبطة بهما تمثل نقاط فشل فردية.

يعالج الشكل 6 النقاط الفردية لقيود الفشل الموجودة في الشكلين 4 و 5 عن طريق دفع التكرار نحو الحمل. يقوم هذا الحل بإزالة STS وإضافة لوحة فرعية إضافية

وبالتالي دفع فوائد التكرار إلى مكان أقرب إلى الحمل عن طريق مفتاح النقل التلقائي للحامل (ATS) يمكن الآن إكمال أي صيانة للحامل

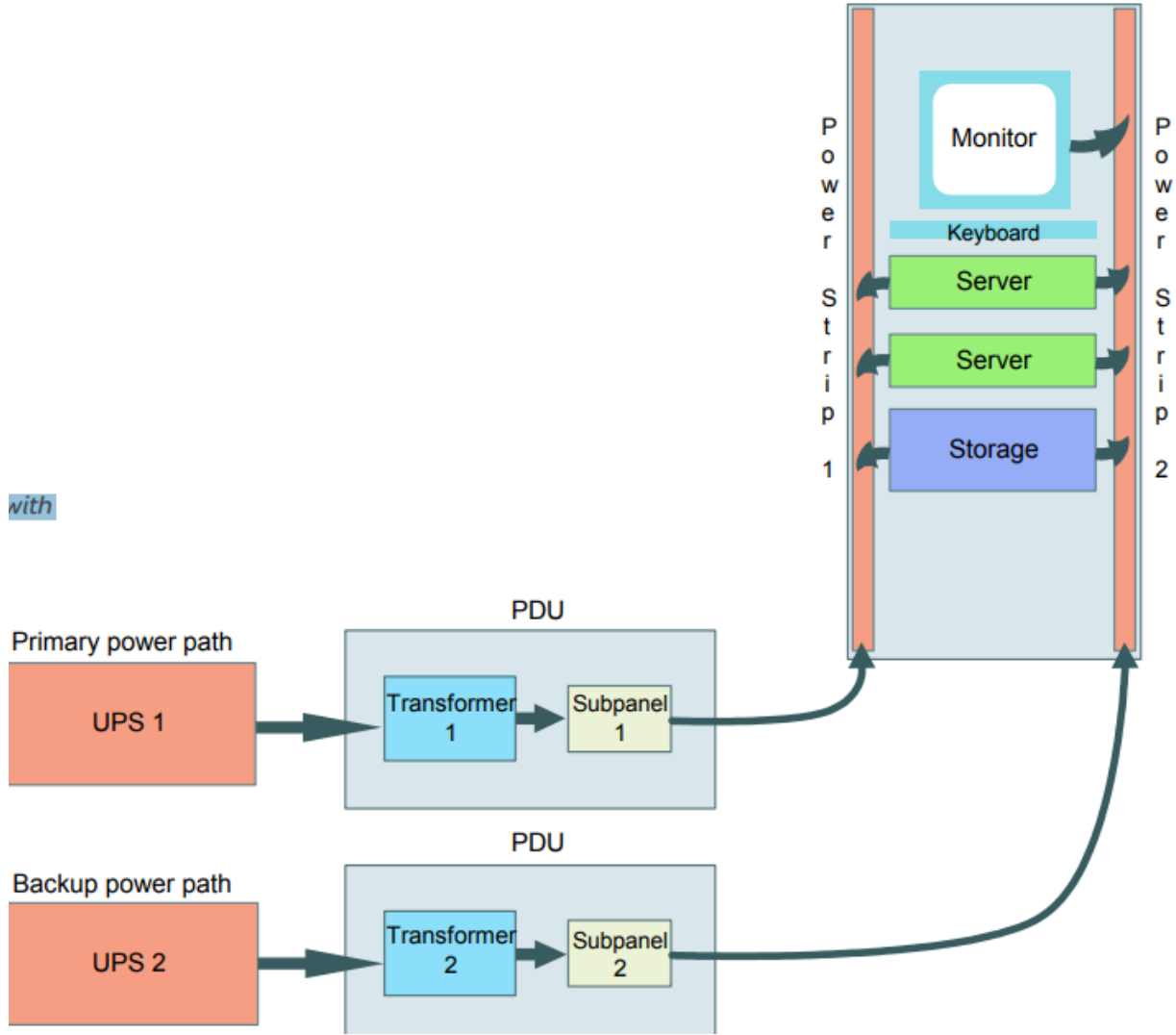
على الرغم من أن هذا السيناريو يُظهر عددًا أقل من المكونات غير الزائدة عن تلك الموجودة في الشكلين 4 و 5، إلا أن حامل ATS يظل نقطة فشل واحدة، كما هو الحال مع مصدر الطاقة الخاص بالجهاز.



Redundancy to the load with rack ATS 6

(شكل رقم -6)

يوضح الشكل رقم 7 كيف يمكن تحقيق التكرار الكامل للحمل باستخدام معدات مزدوجة الأسلاك مع مصادر طاقة زائدة عن الحاجة. يشتمل هذا السيناريو على تغييرين مهمين في الشكل 6 يتم إخراج الحامل ATS، واستخدام المعدات ذات الأسلاك المزدوجة. يتم الآن جلب التكرار الكامل مباشرة إلى التحميل. لاحظ أيضًا أنه يتم استخدام شريط طاقة إضافي للحفاظ على التكرار. هذا الحل متاح للغاية مقارنة بتلك التي تمت مناقشتها حتى الآن؛ ومع ذلك، فهو أيضًا الحل الأكثر تكلفة ولا يمكن استخدامه إلا مع المعدات ذات الأسلاك المزدوجة المصممة خصيصًا لهذا الاستخدام.



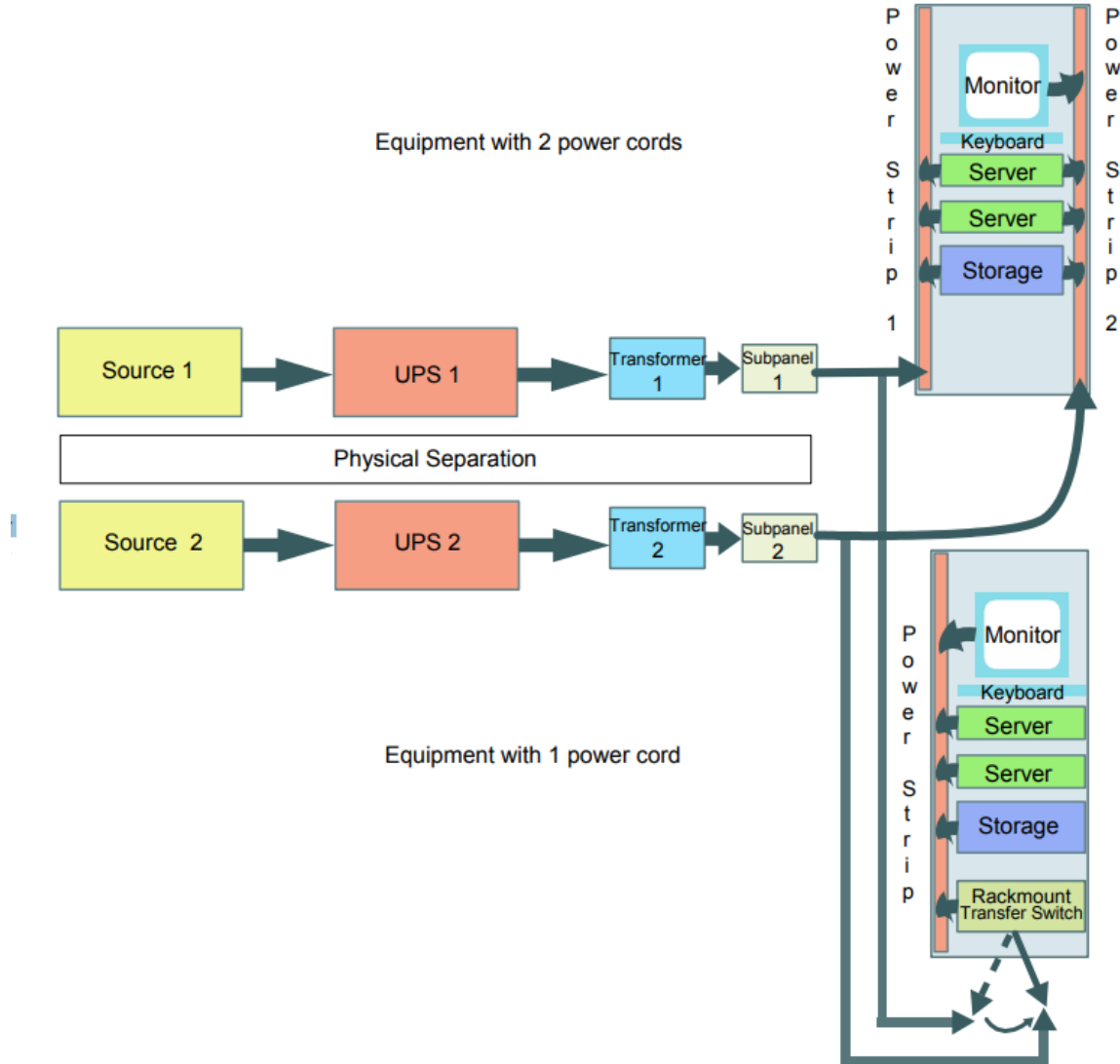
Redundancy to the load with dual-corded equipment

(شكل رقم -7)

تجمع البنية الموجودة في الشكل رقم 8 بين بنيتي الشكلين 6 و 7، وتظهر حلاً بديلاً يستوعب كلاً من الأحمال الفردية والمزدوجة. يستخدم هذا الحل مجموعة مختلطة من التصاميم التي تمت مراجعتها مسبقاً. يتم الحفاظ على التكرار الكامل للطاقة لأجهزة الكمبيوتر ذات السلك المزدوج. بالنسبة للمعدات أحادية السلك، يتم الحفاظ ، ومع ذلك، أصبحت مصادر إمداد طاقة المحول والمعدات الآن نقاط فشل ATS على التكرار حتى الحامل فردية.

ويبين الشكل 8 أيضاً الفصل الجسدي الإضافي. يُشار إلى هذا غالباً باسم "compartmentalization"، حيث يتم فصل الأنظمة الفرعية المختلفة داخل نظام توزيع الطاقة والنسخ الاحتياطي فعلياً. يمكن للفصل

المادي، إذا تم تنفيذه بشكل صحيح، أن يمنع حدثًا خطيرًا مثل الانهيار الميكانيكي في أحد المسارين من التأثير على المسار الثاني (السبب الشائع للفشل).



Redundant architecture for single and dual corded loads

(شكل رقم -7)

تشتمل البنية التي تمت مناقشتها في الأشكال 4 و5 و6 و8 على مفاتيح نقل مع مفتاح نقل أكبر، يمكن أن يؤدي فشل واحد إلى سقوط جزء كبير جدًا من المعدات، في حين أن الفشل في مفتاح أصغر سيؤدي إلى سقوط حامل واحد فقط. بالنسبة لبعض المستخدمين، فإن فشل أي حامل واحد له عواقب تجارية مماثلة لفشل 50 حاملًا؛ بينما بالنسبة للآخرين فإن عزل الفشل في حامل واحد يعد ميزة. بالنسبة لمستخدمي النوع الأخير، يوفر حامل ATS ميزة توفر إضافية تتمثل في عزل الأخطاء.

هناك عامل آخر يجب مراعاته وهو الوقت اللازم لإصلاح هذه المفاتيح. لن يتم إصلاح مفتاح النقل الصغير ولكن استبداله، ويمكن الاحتفاظ به كقطعة غيار لتبديله بسرعة كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تجاوزه بسرعة إذا لزم الأمر. سيحتاج المفتاح الأكبر إلى الإصلاح، واعتمادًا على الموقع، سيستغرق الأمر بضع ساعات حتى يتم الاستعانة بشخص إصلاح في الموقع.

ستكون هناك حاجة إلى وقت إضافي لتشخيص النظام وإصلاحه، وإذا لم يكن الفني لديه الجزء المطلوب، فسيضيع المزيد من الوقت. وبالتالي، عند تقييم بعض هذه التصاميم الأكثر تقدمًا، يجب تقييم مجموعة متنوعة من المشكلات لاتخاذ القرار الأمثل.

يتم أخذ وقت الإصلاح في الاعتبار في نموذج التوفر الإحصائي الموضح في القسم التالي.

بشكل عام، يمكن للمعدات التي تحتوي على سلك طاقة واحد فقط أن تشكل مسؤولية كبيرة عند محاولة تطوير بيئة حرجية للمهام عالية التوفر. لا ينطبق هذا على المعدات المثبتة على الحامل فحسب، بل ينطبق أيضًا على أي معدات ذات مهام حرجية. حتى مع أفضل بناء ممكن، فإن أي نقطة فشل ستفشل في النهاية وتؤدي إلى التوقف عن العمل. إذا كان صحيحا عالية

Case	Configuration	Availability	Number of "9"s
Case 1	Single-corded load	99.985 %	3.8
Case 2	Single-corded load with STS (single transformer)	99.98596 %	3.85
Case 3	Single-corded load with STS (redundant transformers)	99.99715 %	4.5
Case 4	Single-corded load with rack ATS	99.999931 %	6.2
Case 5	Dual-corded load	99.999977 %	7.6

أنواع وحدات PDU للراك في غرف الداتا سنتر

وحدات PDU الأساسية عبارة عن شرائح طاقة تم إنشاؤها من مكونات عالية الجودة للاستخدام في البيئات الحرجية مثل مراكز البيانات تقوم بتوزيع الجهد والتيار على منافذ متعددة ويوجد منها عدة أنواع كالتالي:-.

Metered PDUs

تقوم بقياس الحمل على مستوى PDU وعرض البيانات محليًا توفر النماذج الأكثر تطورًا وظائف إنذار محددة من قبل المستخدم وإمكانية الوصول عن بعد إلى البيانات عبر منفذ تسلسلي أو منفذ شبكة.

Switched PDUs

توفر وحدات PDU المحولة ميزات عن وحدات PDU المقاسة وتوفر أيضًا إمكانية التحكم في تشغيل/إيقاف المنافذ الفردية وقياس الحمل على مستوى PDU. إنها أيضًا تمكن المستخدمين المصرح لهم من تشغيل الأجهزة عن بعد بشكل آمن؛ وقد توفر أيضًا تأخيرًا لتسلسل الطاقة بالإضافة إلى بعض إدارة استخدام المنفذ.

Intelligent PDUs

















يمكن التحكم في وحدات PDU الذكية عن بعد عبر متصفح الويب أو واجهة الأوامر (CLI). وتقوم بقياس الطاقة على مستوى وحدة توزيع الطاقة (PDU) ومستويات المنافذ الفردية؛ توفير الأمن في شكل كلمات مرور قوية، والمصادقة، والترخيص، والتشفير؛ بعض النماذج قابلة للتخصيص؛ وتدعم البروتوكولات المعتمدة على معايير الصناعة مثل بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة (SNMP)









المقاييس والمنافذ والأسلاك

تتوفر وحدات PDU للحامل مع عدة أنواع من المقاييس (أو المنافذ)، المصممة بحيث يتم تركيب قابس PDU المناسب للحامل فقط في منفذ الدائرة المناسب، وسوف يتناسب قابس الجهاز المناسب فقط مع وحدة ال PDU المناسب للحامل. يتم ذلك لحماية المعدات، على سبيل المثال، لذلك لا يتم توصيل جهاز مصمم لـ 120 فولت فقط بدائرة 208 فولت، ولأسباب تتعلق بالسلامة، على سبيل المثال، لا يزيد الخادم الذي يسحب 30 أمبير من الحمل الزائد على دائرة مصممة للتعامل فقط بحد أقصى 15 أمبير.














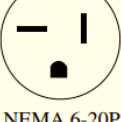
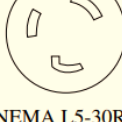





التصنيفات الرئيسية للمقاييس والأوعية في مراكز البيانات هي (ICE) و (NEMA).

Location	Rated voltage	Rated current (A)	Derated current (A)	Available power/ branch circuit (kW)
North America	120 V	20	16	1.9
	208 V			3.3
	208 V 3Ø			6.7
International	230 V	16	16	3.7
	400 V 3Ø			11.0
North America	120 V	30	24	2.9
	208 V			5.0
	208 V 3Ø			8.6
International	230 V	32	32	7.4
	400 V 3Ø			22.1

Receptacle	Plug	Rating	Receptacle	Plug	Rating
		15 A 250 V UL/CSA 10 A 250 V international			2.5 A 250 V UL/CSA 2.5 A 250 V international
		20 A 250 V UL/CSA 16 A 250 V international			2.5 A 250 V UL/CSA 2.5 A 250 V international
		15 A 250 V UL/CSA 10 A 250 V international			15 A 250 V UL/CSA 10 A 250 V international
					

Receptacle	Plug	Rating	Receptacle	Plug	Rating
		20 A 125 V UL/CSA			30 A 125 V UL/CSA
		20 A 250 V UL/CSA 16 A 230 V European "CE" mark, VDE			30 A 250 V UL/CSA 32 A 230 V European "CE" mark, VDE

IEC plugs and receptacles. Courtesy of Raritan, Inc.

Receptacle	Plug	Rating	Receptacle	Plug	Rating
		15 A 125 V U.S. and Canada receptable and plug Polarized (UL 498)			15 A 250 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)
NEMA 5-15R	NEMA 5-15P		NEMA L6-15R	NEMA L6-15P	
		15 A 250 V U.S. and Canada receptable and plug Polarized (UL 498)			20 A 125 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)
NEMA 6-15R	NEMA 6-15P		NEMA L5-20R	NEMA L5-20P	
		20 A 125 V U.S. receptacle and plug Canada plug only Polarized (UL 498)			20 A 250 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)
NEMA 6-20R	NEMA 5-20P		NEMA L6-20R	NEMA L6-20P	
		20 A 250 V U.S. receptacle and plug Canada plug only Polarized (UL 498)			30 A 125 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)
NEMA 6-20R	NEMA 6-20P		NEMA L5-30R	NEMA L5-30P	
		15 A 125 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)			30 A 250 V U.S. and Canada locking receptable and plug Polarized (UL 498)
NEMA L5-15R	NEMA L5-15P		NEMA L6-30R	NEMA L5-30P	

NEMA plugs and receptacles. Courtesy of Raritan, Inc.

طرق توزيع الطاقة على الرفوف او الراكات في مراكز البيانات

هناك عدة طرق لتوزيع الطاقة على رفوف ITE التي تؤثر على اختيار وحدة PDU للحامل وتكوينها.

توفر بعض الأساليب درجات من التكرار ومن ثم موثوقية أعلى من غيرها ولكنها قد لا تكون مناسبة لأنواع معينة من المعدات.

يتطلب Redundancy والتوافر العالي موارد، لذلك يتعين على مراكز البيانات التي لديها موارد طاقة محدودة أن يقرروا ما هي تكنولوجيا المعلومات التي تبرر الطاقة الزائدة، على سبيل المثال، production servers، وما هي المعدات التي لا يتم اختبارها أو تقييمها، على سبيل المثال، المعدات غير الإنتاجية tested or evaluated

تغذية فردية لرف واحد PDU Single Feed to Single Rack

إن نشر الطاقة إلى حامل ITE عبارة عن تغذية طاقة واحدة ذات حجم مناسب لوحدة PDU ذات حامل واحد سيتم توصيل ITE المزود بمصدر طاقة واحد أو أكثر بوحدة PDU ذات الحامل الفردي. إذا تعطلت وحدة التغذية المفردة أو وحدة توزيع الطاقة ذات الحامل الفردي لأي سبب من الأسباب، فسيتم فقدان الطاقة للمعدات الموجودة في

الحامل. يمكن أن يحدث الفشل في وحدة PDU الحاملة نفسها أو في مكان أبعد من المنبع، وربما تفشل التغذية الرئيسية أو رحلات قاطع الدائرة PDU في المبنى.

تتطلب NEC تحميل الدوائر بما لا يزيد عن 80% من سعتها القصوى. على سبيل المثال، إذا تم نشر وحدة تغذية وحامل PDU بقدرة 30 أمبير في هذا التكوين، فسيكون الحمل المسموح به (التيار المقتن) 24 أمبير (30 أمبير $\times 80\%$).



تغذية مزدوجة لوحدة PDU Dual Feed to Single Rack PDU with Transfer

هي عبارة عن تغذية واحدة لوحدة PDU ذات حامل واحد مع إضافة مفتاح نقل، والذي يحتوي عادةً على مصدرى طاقة. إذا فشلت التغذية بمفتاح النقل، فإنه يتحول تلقائيًا إلى تغذية الطاقة الأخرى ويستمر حامل PDU في تشغيل. ITE ومع ذلك، إذا تعطلت وحدة PDU أحادية الحامل، فسيتم توصيل الطاقة إلى الأخرى.

هناك نوعان من مفاتيح النقل: مفتاح النقل الثابت (STS) ومفتاح النقل التلقائي (ATS) يعتمد STS على تقنية المكونات الإلكترونية الثابتة (silicon-controlled rectifier)، مما يؤدي إلى نقل أسرع وأفضل تحكمًا بين المصادر. تعتبر ATS أقل تكلفة وتعتمد على تكنولوجيا الترحيل الكهروميكانيكية، مما يؤدي إلى أوقات نقل أبطأ.

مرة أخرى، مع هذا الترتيب، لا يزال يتم تحميل وحدة توزيع الطاقة (PDU) للحامل بنسبة 80% من الحد الأقصى، ولكن سعة الطاقة الكهربائية المطلوبة قد تضاعفت - تغذية واحدة قيد التشغيل والتغذية الثانية عبارة عن نسخة احتياطية. كما ضاعفت كمية المعدات الأولية اللازمة لتوفير التغذية الإضافية. يتم استخدام تغذيتي طاقة إلى ATS ومن ثم إلى وحدة PDU ذات رف واحد بشكل عام فقط عندما تكون الموثوقية مصدر قلق ولكن ITE نفسه، على سبيل المثال، الخادم، لديه مصدر طاقة واحد فقط.



تغذية مزدوجة لوحدة PDU ذات الحامل المزدوج Dual Feed to Dual Rack PDUs

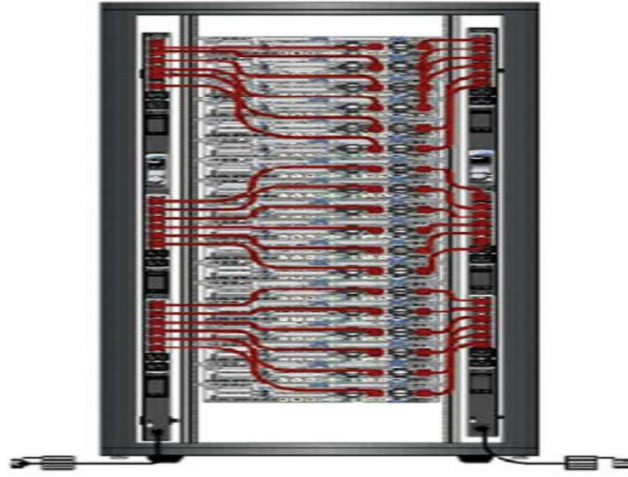
اليوم، تتوفر العديد من الخوادم وأجهزة الشبكة وأنظمة التخزين، وحتى مفاتيح لوحة المفاتيح والفيديو والماوس (KVM) وخوادم وحدة التحكم التسلسلية مع مصادر طاقة مزدوجة. قد تحتوي بعض الخوادم الأكبر حجمًا على ما يصل إلى أربعة أو حتى ستة مصادر طاقة.

مع هذا التكوين، إذا تعطلت وحدة PDU أو وحدة تغذية الطاقة على حامل واحد، فهناك وحدة ثانية متاحة للحفاظ على طاقة ITE في الحامل.

من الممارسات الشائعة عند استخدام وحدات التغذية المزدوجة استخدام وحدات PDU ذات الحامل بهيكل ملون مثل الأحمر والأزرق. يتيح الهيكل الملون إمكانية التحكم البصري في تثبيت وحدة PDU والتوصيلات أو إجراء تغييرات عليها. سيحتوي الحامل على هيكل PDU أحمر يتم تغذيته بواسطة دائرة الإدخال "A" وهيكل PDU أزرق يتم تغذيته بواسطة دائرة الإدخال "B". يساعد الهيكل الملون على التخلص من الالتباس حول وحدة PDU التي يتم تغذيتها بواسطة الدائرة "A" أو "B".

ولكن من المهم أن نتذكر الشرط الذي يجب على كل منهما يجب تحميل الدائرة إلى ما لا يزيد عن 40%. إذا الدائرتين تم تحميل كل من حامل التغذية بنسبة 80%، وسيتم استيفاء متطلبات NEC، ولكن ماذا سيحدث إذا كانت إحدى الدوائر فشل؟ سوف يقفز الطلب على الطاقة إلى الدائرة الثانية من 80 إلى 160%، وقاطع الدائرة الكهربائية لذلك التغذية وبالتالي فإن الدائرة الثانية إلى الحامل ستفقد الطاقة أيضًا. ولمنع حدوث ذلك، يجب تحميل كلا المصدرين بما لا يزيد عن 40% بحيث في حالة فشل أحدها، لن يتم تحميل الدائرة المتبقية إلى أكثر من 80%. مقارنة بالحالة السابقة مع ATS، حيث تكون إحدى مصادر الطاقة احتياطية، في هذا التكوين، يعمل كلا مصدرى الطاقة على تشغيل ITE. لاحظ أنه إذا كنت تنوي إجراء التبديل عن بعد لـ ITE المزود بمصادر طاقة

مزودة، سوف تحتاج إلى استخدام حامل وحدة PDU التي تدعم تجميع المنافذ؛ أي أنه يتم التحكم في مخرجين أو أكثر كما لو كانوا منفذًا واحدًا



مصادر طاقة متعددة Multiple Power Supplies

يمكن أن تختلف ITE التي تحتوي على اثنين أو أكثر من مصادر الطاقة في طريقة توصيل الطاقة إلى الجهاز. تحتوي بعض الأجهزة على مصدر طاقة أساسي واحتياطي؛ بعضها يتناوب بين مصادر الطاقة؛ وتشارك بعض الأجهزة في الطلب على الطاقة عبر جميع مصادر الطاقة. على سبيل المثال، فإن الخادم المزود بأربعة مصادر طاقة في تكوين احتياطي 1+3 سوف يسحب ثلث طاقته من كل مصدر من مصادر الطاقة الأساسية الثلاثة، ويترك واحدًا للتكرار في حالة فشل أي واحد من الثلاثة. وأخيرًا، تحتوي بعض الأجهزة الأكثر تطورًا على مصادر طاقة متعددة مصممة لتحقيق التكرار والكفاءة. على سبيل المثال، قد تؤدي بعض الأجهزة إلى زيادة معدلات الاستخدام على مصادر طاقة معينة لتحقيق كفاءة أعلى. سوف تحتاج إلى مراجعة كل شركة مصنعة للمعدات لفهم كيفية عمل مصادر الطاقة بحيث يمكن تحقيق تكوينات الحمل المتوازن الأمثل على وحدة توزيع الطاقة، خاصة تلك التي تحتوي على دوائر فرعية ونماذج ثلاثية الطور.



Electrical Load Estimation for DC الأحمال الكهربائية للداتا سنتر

تعتبر حساب الأحمال الكهربائية للداتا سنتر من إحدى الأمور الهامة التي يجب أخذها بعين الاعتبار قبل البدء في تمديد الشبكات الكهربائية لتغذية أحمال القوى والتيار الخفيف..

تنقسم طرق تقدير الأحمال الكهربائية إلى :

أ- حساب الحمل الأولي Preliminary والذي ينقسم إلى

- Space by space (functional area method)
- Building Area method.
- Area method.

ب- حسابات الأحمال حسب الكود الأمريكي NEC

ج- حسابات الأحمال النهائية.

الفرق بين معامل الطلب ومعامل التباعد

معامل الطلب: هو النسبة بين أقصى طلب للمنظومة، على مجموع الأحمال الكهربائية الذي يتم تشغيله في المنظومة.

$$\text{Demand Factor (DF)} = \text{Maximum Demand} / \text{Total Connected Load}$$

معامل التباعد: هو التباعد بين تشغيل الأنواع المختلفة من الأحمال في نفس الوقت. مثل تشغيل أحمال الإنارة مع حمل السخان، أو أي شيء آخر. ودائماً يتم وضعها واحد صحيح في الشبكات الصغيرة والمتوسطة.

$$\text{Diversity Factor (DV)} = \text{Individual Maximum Demand of Load} / \text{Maximum Demand of the Whole System}$$

Operational factors :

1. Demand Factor = $\frac{\text{Maximum demand}}{\text{Connected load}}$
2. Average load = $\frac{\text{energy consumed in a given period}}{\text{Hours in that time period}}$
3. Load factor = $\frac{\text{Average demand}}{\text{Maximum load}}$
4. Diversity factor = $\frac{\text{sum of individual max demands}}{\text{Maximum demand on power station}}$
5. Plant Capacity factor = $\frac{\text{Average demand}}{\text{Installed capacity}}$
6. Reserve Capacity = Plant capacity - max. demand

هناك معلوماتان رئيسيتان لتصميم مركز البيانات هما

- تصنيف حمل تكنولوجيا المعلومات بالكيلوواط
- الحجم المادي لغرف تكنولوجيا المعلومات والمعدات.

من حيث المبدأ، ترتبط هذه الأمور بمفهوم كثافة الطاقة، الذي يربط بشكل غامض حجم المبنى بحمل تكنولوجيا المعلومات. تاريخياً، كان من الشائع وصف وتحديد مراكز البيانات بعبارات مثل "2000 متر مربع بقوة 1000 واط لكل متر مربع". تؤدي مثل هذه المصطلحات إلى ارتباك وغموض لا داعي لهما في مواصفات مركز البيانات. علاوة على ذلك، غالباً ما يؤدي هذا النهج التاريخي إلى عدم استخدام معدات الطاقة والتبريد بشكل كافٍ، مما يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الكهربائية وزيادة التكاليف لأول مرة.

يوجد هناك أربع مشاكل رئيسية تتعلق بالممارسة التاريخية لوصف كثافة الطاقة من حيث المصطلحات

واط لكل قدم مربع أو واط لكل متر مربع.

- 1- ما الذي يتضمنه حساب المساحة، أو مدى ارتباطه بعدد خزائن تكنولوجيا المعلومات أو لم يتم تعريف الأجهزة.
- 2- ما هو مدرج في حساب الطاقة غير محدد.
- 3- لا يقدم أي معلومات حول التباين في القوة عبر مجموعة من شبكات كابينة تكنولوجيا المعلومات؛ هل هو رقم الذروة؟ متوسط على المنطقة؟ متوسط مع مرور الوقت؟ أو بعض قيمة أخرى؟
- 4- ليس من الواضح كيف يتم استخدام هذا الرقم في مركز البيانات الذي يشهد نمواً متغيراً خطة أو وحدات مع مرور الوقت.

من حيث المبدأ، يمكن تحسين المشكلتين الأوليين من خلال وضع تعريفات موحدة للطاقة والمساحة. ومع ذلك، فإن المشكلتين الثالثة والرابعة مهمتان للغاية ولا يمكن حلها عن طريق تحسين التعريفات الحالية. إن النهج الأفضل لتحديد الكثافة يأخذ في الاعتبار حقيقة أن قوة تكنولوجيا المعلومات تختلف بين الكابائن وكذلك مع مرور الوقت، وتستوعب قضايا النمطية والنمو.

لتوضيح المشاكل المتعلقة بمواصفات الكثافة الغامضة، فكر في حالة مركز ابيانات بمواصفات نموذجية تبلغ **120 وات/قدم² (1,292 وات/م²)**

(لفهم ما يعنيه هذا بالنسبة لخزانة خادم معينة، يجب ترجمة مواصفات الكثافة هذه إلى مستوى الخزانة، حيث، اعتماداً على الافتراضات (مثل المساحة المستهلكة لكل خزانة)، فإنها تعادل ما بين 3 و5 كيلو واط لكل خزانة. قد يبدو متوسط هذا النطاق، أو 4 كيلو واط لكل خزانة، معقولاً لأنه يمثل كثافة طاقة نموذجية يتم قياسها في مراكز البيانات الحالية.

ومع ذلك، هناك بعض المتغيرات الهامة غير المحددة، بما في ذلك:

- إذا تم بناء مركز البيانات بقدرة 4 كيلووات لكل راك أو كابينة ، فماذا يحدث عندما تحتوي الكابينة المعزولة على حمل قدره 6 كيلووات، أو 12 كيلووات، أو 20 كيلووات؟

- إذا تم تركيب بعض الكبائن أو الخوادم التي لديها حمل أقل من 4 كيلو واط، فهل الطاقة وقدرة التبريد غير المستخدمة متوفرة في الكبائن الأخرى؟ إذا كان الأمر كذلك، في أي كبائن؟
- إذا كانت بعض الكبائن أكبر من 4 كيلو واط، فهل أحتاج إلى ترك مساحة غير مستخدمة حولها؟
- إذا كانت بعض الكبائن أكبر من 4 كيلو واط، فهل يمكن وضعها بالقرب من بعضها البعض أم يجب أن تكون منتشرة؟

مع الوظائف المتزايدة لميزات إدارة طاقة الخادم التي تتيح لأحمال العمل أن تختلف مع مرور الوقت، يمكن أن يكون لمواصفات كثافة الطاقة الغامضة تأثير أكبر. يجب أن تكون المواصفات الفعالة لكثافة مركز البيانات قادرة على الإجابة على الأسئلة المطروحة أعلاه.

للوهلة الأولى، يجب على المرء أن يتساءل لماذا لا يمكن حل هذه المشكلة ببساطة عن طريق تحديد عدد كبير جداً لكثافة الطاقة لمركز البيانات، مثل 30 كيلو واط لكل خزانة أو 1000 واط/قدم2 (10764 واط/م2). صحيح أن مثل هذا النهج "المبالغ فيه" من شأنه أن يزيل أغلب المشاكل التي تم وصفها للتو. إلا أن هذا يخلق مشاكل جديدة مكلفة للغاية، وبطبيعة الحال، مهدرة، بما في ذلك:

1000 واط/قدم2 & 10,7647 واط/م2

(يكلف مركز البيانات حوالي 8 أضعاف تكلفة 100 واط/قدم2 لمركز البيانات (لكل وحدة من المساحة الأرضية). لذا، إذا لم يتم استخدام كل هذه القدرة على الكثافة، فسيكون هناك هدر هائل لاستثمارات رأس المال.

- إذا انتهى الأمر بمركز بيانات بقوة 1000 واط/قدم2 (10764 واط/م2) إلى العمل فعلياً عند 100 واط/قدم2 (1076 واط/م2) (3 كيلو واط/خزانة)، فمن المرجح أن تكون قيمة PUE التشغيلية الخاصة به في نطاق 3-5، وهو ما يعكس هدراً هائلاً للطاقة.
- إذا كان مركز البيانات بقدرة 1000 واط/قدم2 (10764 واط/م2) مملوءاً فعلياً بمعدات تكنولوجيا المعلومات بكثافة أقل، فسوف تنفذ المساحة الفعلية لمركز البيانات قبل نفاذ الطاقة وقدرة التبريد، أي جزء كبير من سعة قد يكون مركز البيانات محصوراً أو غير قابل للاستخدام.

ويمكن تلخيص هذه المشاكل في العبارة التالية:

حدد كثافة منخفضة جداً ويصبح الأداء غير متوقع مع حدوث مشاكل مختلفة تتعلق بالحمل الزائد والسخونة الزائدة؛ تحديد كثافة طاقة عالية جداً والتكلفة الأولى ونفقات التشغيل زادت دون داع.

لحل مشكلة التخطيط هذه، هناك حاجة إلى طريقة أفضل لتحديد الكثافة. ومن الضروري أيضاً تقديم إرشادات حول كيفية اختيار مواصفات الكثافة الأكثر ملاءمة لحالة معينة، حتى في الحالات التي تكون فيها الكثافة المستقبلية غير مؤكدة.

تكلفة أخطاء مواصفات الكثافة

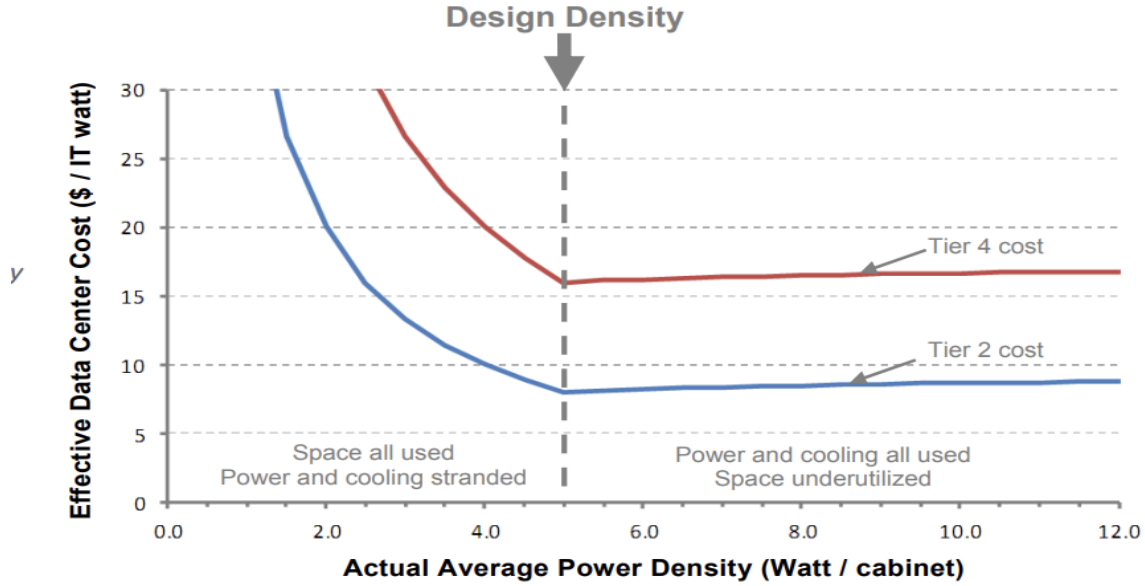
لحل مشكلة التخطيط هذه، هناك حاجة إلى طريقة أفضل لتحديد كثافة الطاقة ومن الضروري أيضاً تقديم إرشادات حول كيفية اختيار مواصفات كثافة الطاقة الأكثر ملاءمة لحالة معينة، حتى في المواقف التي تكون فيها الكثافة المستقبلية غير مؤكدة.

يحتوي كل مركز بيانات على متوسط كثافة مستهدف للتصميم يتمتع مركز البيانات أيضاً بسعة طاقة تحميل لتكنولوجيا المعلومات وسعة تبريد (والتي يجب أن تكون هي نفسها من الناحية المثالية)، وله سعة مساحة لتكنولوجيا المعلومات (كبائن أو قدم مربع). نسبة قدرة الواط إلى المساحة هي كثافة التصميم (في هذه المناقشة، نفترض أن الطاقة والتبريد والمساحة كلها مبنية على أقصى قدرة تصميمية). مثال على الكثافة التصميمية المستهدفة الإجمالية هي 5 كيلووات لكل كابينة، أي ما يعادل تقريباً 160 واط/قدم2 (1722 واط/م2).

إذا تم نشر معدات تكنولوجيا المعلومات بطريقة تستغل بشكل كامل كل الطاقة والتبريد والمساحة في مركز البيانات، فلن يتم استغلال أي بنية تحتية بشكل كامل. هذه هي الحالة المثالية ومع ذلك، يكاد يكون من المستحيل تحقيق هذا الهدف، لأن الاستخدام الفعلي للطاقة لكبائن تكنولوجيا المعلومات الفردية غير معروف بشكل عام مسبقاً. إذا لم تتطابق كثافة التشغيل الفعلية لمركز البيانات مع القيمة التصميمية للكثافة، فلن يمكن الاستفادة الكاملة من بعض الموارد، سواء كانت الطاقة أو التبريد أو المساحة. تؤدي هذه البنية التحتية المهدرة إلى زيادة تكلفة مركز البيانات بشكل فعال حيث يتم دفع ثمن المورد، ولكن لا يتم استخدامه.

إذا كانت الكثافة الفعلية لمعدات تكنولوجيا المعلومات أقل من القيمة التصميمية، فسيتم استهلاك المساحة قبل استخدام الطاقة والتبريد؛ أي أنه لا يمكن استخدام كل الطاقة وقدرة التبريد. إذا كانت الكثافة الفعلية لمعدات تكنولوجيا المعلومات أعلى من القيمة التصميمية، فسيتم استهلاك الطاقة والتبريد قبل استخدام المساحة؛ لذلك سوف تظل بعض المساحة غير مستخدمة.

لفهم التأثير الاقتصادي الخطأ بين الكثافة الفعلية وكثافة التصميم لمركز البيانات، نموذج لتكلفة سعة البنية التحتية غير القابلة للاستخدام أو العالقة على التكلفة الفعالة الإجمالية لمركز البيانات (النفقات الرأسمالية بالدولار لكل واط قابل للاستخدام من تكنولوجيا المعلومات) تم انشاؤه. ويوفر هذا التحليل البيانات الموضحة في الشكل التالي



يوضح الشكل تكلفة رأس المال الفعلي لمركز البيانات، بالدولار لكل واط قابل للاستخدام، كدالة لكثافة الطاقة الفعلية المنشورة في مركز البيانات. يمثل المنحنى السفلي مركز بيانات نموذجي ذو تصميم منخفض التكلفة من المستوى 2، بينما يمثل المنحنى العلوي تصميمًا من المستوى 4. هذا نموذج لمركز بيانات بكثافة تصميمية تبلغ 5 كيلووات لكل خزانة (حوالي 160 واط/قدم2 أو 1722 واط/م2).

يوضح الشكل السابق أن التكلفة الفعلية لكل واط تكون أقل عندما يكون متوسط كثافة الطاقة الفعلي مساويًا لكثافة الطاقة التصميمية. ومع انخفاض الكثافة الفعلية عن القيمة التصميمية، ترتفع التكلفة الفعلية بسرعة. وذلك لأن مركز البيانات مقيد مساحة تتسبب في تقطعت السبل بالطاقة وقدرة التبريد وعدم استخدامها. هذه السعة غير القابلة للاستخدام لها تكلفة، والتي يجب تخصيصها لحمل تكنولوجيا المعلومات أصغر مما كان مخططاً له في الأصل، مما يزيد من التكلفة لكل واط قابل للاستخدام من حمل تكنولوجيا المعلومات. ومع ارتفاع الكثافة الفعلية عن القيمة التصميمية، ترتفع التكلفة الفعلية قليلاً بسبب تكلفة المساحة التي لا يمكن استخدامها بسبب استهلاك كل الطاقة والتبريد. وهذا يؤدي إلى نتيجة مهمة:

يحتوي النهج الجديد لمواصفات متطلبات المساحة وكثافة الطاقة على أربع ميزات رئيسية:

- وحدة المساحة المادية في مواصفات الكثافة هي خزانة تكنولوجيا المعلومات، وليس مساحة الأرض
- يتم تحديد مساحة الأرض أثناء التصميم كمخرج للعملية باستخدام صافي الطاقة لكل كابينة وعوامل أخرى.
- يمكن أن يكون للغرف والمناطق المختلفة متطلبات كثافة مختلفة.
- تتفهم المواصفات أن خزائن تكنولوجيا المعلومات داخل مراكز البيانات لها متطلبات طاقة مختلفة، وأن هذه المتطلبات قد لا تكون محددة جيداً مسبقاً.
- تدرك المواصفات أن خزانات معدات تكنولوجيا المعلومات قد تكون لها متطلبات طاقة تختلف مع مرور الوقت.

استخدام الكابينة كمقياس للمساحة المادية

المقياس الأكثر شيوعاً لنشر مساحة تكنولوجيا المعلومات هي كابينة تكنولوجيا المعلومات. هناك أنواع أخرى من الأجهزة، مثل الحواسيب المركزية، التي ليست كبائن ولكن يمكن، في معظم الحالات، وصفها بسهولة بأنها تعادل تقريباً كابينة واحدة أو أكثر في الحجم.

لذلك، قمنا بإنشاء الكابينة كمقياس لنشر مساحة تكنولوجيا المعلومات، واستخدام الطاقة لكل كابينة كمقياس قياسي للكثافة.

ولسوء الحظ، يتم قياس المساحة في المباني بمساحة الأرضية (قدم مربع أو متر مربع) ولا يتم التعبير عنها بسهولة في "الكبائن". في مرحلة ما يجب أن نكون قادرين على تحويل مساحة الكابينة إلى مساحة فعلية. تكمن المشكلة في أن هذا التحويل من الكبائن إلى مساحة الأرضية يعتمد على عدد من العوامل الرئيسية المستقلة عن طاقة كل كابينة ويجب تحديدها بشكل منفصل وصريح، بما في ذلك:

مواصفات الكثافة الهرمية المعيارية

نحن نطلب القدرة على تحديد كثافة الطاقة بشكل مختلف لأجزاء مختلفة من مركز البيانات. في الحالة العامة، يمكن عرض مركز البيانات بالتسلسل الهرمي التالي

- **Data center facility**, comprised of one or more units of IT rooms, comprised of one or more units of **IT pods**, comprised of one or more units of IT cabinets

وبما أن هناك سمات لمراكز البيانات تتأثر بمواصفات كثافة الطاقة عند كل مستوى من هذه المستويات، فيجب تحديد المستويات الأربعة جميعها للتحكم في التصميم والتنبؤ بأدائه.

على سبيل المثال، تؤثر كثافة طاقة Pod على تصنيفات تتغذى الطاقة الفرعية على Pod بالإضافة إلى نظام توزيع تدفق الهواء إلى Pods

في حين أنه سيكون من الممكن "جمع" مواصفات كثافة الطاقة الأجزاء إلى قيمة كثافة واحدة على مستوى المنشأة، فإن رقم الكثافة الفردي الذي يتم الحصول عليه بهذه الطريقة، مثل واط لكل قدم مربع، لن يكون معلومات كافية للتحكم في الكثافة. تصميم وتحقيق ما يمكن التنبؤ به

ما هو الPods لمركز البيانات؟

هي عبارة عن مجموعة من خزائن تكنولوجيا المعلومات جنباً إلى جنب مع البنية التحتية للطاقة والتبريد التي يتم نشرها كوحدة.

A data center pod is a cluster of IT cabinets combined with power and cooling infrastructure that is deployed as a unit

يتم تخطيط الغرف مسبقاً لعدد من الPods، ولكن قد تكون Pods منفصلة تم نشرها أو ترقيتها.

يتم تجميع ال Pods عادة في الموقع في غرفة بمستوى قياسي التصميم، ولكن قد يكون جزئيا أو المصنعة مسبقا على نطاق واسع.

في شكله الأكثر شيوعا، Pods هو زوج من صفوف الخزانات تقاسم الممر الساخن hot aisle

معلومة سريعة

The total floor space that the IT load has been based on is: It Load =1.5 KW/m2

	Data Hall Area (m2)	IT Load 1.5kW/m2
Full Installation	760	750kW

In an average high-density data center, cabinets consume between 10 kW and 150 kW/Ft2

أمثلة لحساب كثافة الطاقة للداتا سنتر

مثال رقم 1- غرفة خادم صغيرة

تُعد غرفة الخادم الصغيرة بقدرة 40 كيلووات حالة بسيطة تم اختيارها نظرًا لأن المنشأة تحتوي على غرفة واحدة فقط لتكنولوجيا المعلومات، مع حجرة واحدة في هذه الحالة، مستوى المواصفات هي الغرفة، وهي أيضًا حجرة، والتي تحتوي على مجموعة من كبائن تكنولوجيا المعلومات.

هيكل المواصفات بسيط في هذه الحالة، وتظهر المواصفات الكاملة لهذا التصميم في الورقة التالية توفر هذه المواصفات إرشادات واضحة لا لبس فيها للتصميم. المربعات الصفراء في الجدول هي مدخلات المستخدم، ويتم حساب أداء الملخص.

Density Parameters	Number of cabinets	12	Cabinets in room	
	Design target average power per cabinet	4 kW		
	Peak cabinet power	8 kW		
	Cabinet power uncertainty +/-	15% (80% confidence)		
	Managed power ratio	70%		
Space Use Parameters	Area per cabinet	16 sq ft		
			Cabinets	sq ft
	Cabinet area requirement		12	0
	Space reserved for staging		2	0
	<i>Suggested space for density uncertainty</i>			
	Space for density uncertainty		2	0
	Space reserved for power		2	0
	Space reserved for cooling		2	0
	Space reserved for ancillary systems		2	0
	Space reserved for storage		0	25
	Space for egress, ramps, and columns		0	40
				subtotal
Room Performance Summary	Rated system power	48 kW		192 sq ft
	Expected IT operating power	33.6 kW		32 sq ft
	Peak rated power per cabinet	8.0 kW		34 sq ft
	Nominal power per cabinet	4.0 kW		32 sq ft
	Average expected power per cabinet	2.8 kW		32 sq ft
	Room size	417 sq ft		32 sq ft
	Expected unused IT space	15% of total space		25 sq ft
	Room power density	115 W per sq ft		40 sq ft

يتم تحديد قيم كثافة الطاقة في المواصفات باستخدام الإجراء البسيط التالي:

- 1- يتم تحديد عدد الكبائن حسب متطلبات تكنولوجيا المعلومات.
 - 2- يتم تحديد متوسط الطاقة المستهدف للتصميم لكل كابينة وفقاً لمواصفات مورد تكنولوجيا المعلومات أو عن طريق اختيار متوسط قيم التصميم النموذجية للتطبيق. في هذه الحالة، تم اختيار قيمة نموذجية لغرفة خادم الشركة تبلغ 4 كيلووات لكل كابينة.
 - 3- يتم اختيار ذروة الطاقة من خلال تحديد الحد الأقصى لطاقة الكابينة المتوقعة أو المسموح بها. في هذه الحالة قمنا بتحديد قدرة قصوى تبلغ 8 كيلو واط.
 - 4- يتم تقدير Cabinet Power uncertainty في قدرة الكابينة من خلال النظر في سيناريوهات مختلفة لعمليات نشر تكنولوجيا المعلومات أو عن طريق اختيار قيم التصميم النموذجية للتطبيق. في هذا المثال، تم ضبط Cabinet Power uncertainty المتوقعة على $\pm 15\%$ من متوسط هدف التصميم البالغ 4 كيلووات.
 - 5- يتم تقدير نسبة الطاقة المُدارة بناءً على الطاقة المتوقعة لحمل تكنولوجيا المعلومات. في هذا المثال، من المتوقع أن تعمل إدارة الطاقة على تقليل متوسط الطاقة الفعلي لأحمال تكنولوجيا المعلومات إلى 70% من متوسط القيمة المستهدفة للتصميم.
- بالنسبة لكل استخدام لمساحة غير متعلقة بتكنولوجيا المعلومات، يتم إعداد ورقة العمل بحيث يمكن حجز المساحة من حيث مواقع الكبائن أو بالأقدام المربعة. يعد هذا مناسباً عند حساب الأجهزة التي تستهلك مساحة مثل الطاقة أو التبريد أو غيرهما التي تأتي في شكل كابينة. يتم حساب "المساحة المقترحة المحجوزة لعدم اليقين في الكثافة" بناءً على عدم اليقين في الطاقة المحدد من قبل المستخدم. يقوم المستخدم بعد ذلك بحجز مواقع الأقدام المربعة أو الخزانات بشكل صريح لتلبية احتياطي المساحة المقترح. في المثال الموضح في الشكل السابق، يبلغ الاحتياطي المقترح 34 قدمًا مربعًا ويمكن للمستخدم تحقيق هذه القيمة تقريباً عن طريق حجز موقعين للخزانة وهو ما يترجم إلى 32 قدمًا مربعاً
- في هذه المرحلة، يجب الاعتراف بأن المحدد قد لا يحتوي على جميع المعلومات المذكورة أعلاه، لأن متطلبات تكنولوجيا المعلومات معروفة بشكل غامض فقط، أو أن التكوين الدقيق لم يتم الانتهاء منه بعد. لهذا السبب، يوجد جدول للقيم النموذجية لتطبيقات مختلفة
- في هذا المثال، تحدد المواصفات بوضوح التصميم الذي يدعم أي مجموعة تصل إلى اثني عشر حاملاً حيث يكون متوسط الطاقة المستهدف للتصميم 4 كيلووات وتكون ذروة أي حامل أقل من أو تساوي 8 كيلووات. علاوة على ذلك، من المتوقع أن يكون متوسط الطاقة عند أخذ إدارة الطاقة في الاعتبار 70% من 4 كيلووات لكل خزانة أو 34 كيلووات إجمالياً، لذا فإن أي ضمان أداء لكفاءة محطة الطاقة الرئيسية والتبريد يجب أن يتم وفقاً لكثافة الطاقة هذه. لضمان عدم تجاوز الطاقة القصوى، سيكون لدى مركز البيانات هذا سياسة نشر مسبقة لتكنولوجيا المعلومات تنص على أن الحد الأقصى للطاقة لكل خزانة هو 8 كيلووات ويجب تقسيم الأحمال الأكبر بين الخزانات. المساحة المحجوزة الإضافية تضمن كل

يمكن الاستفادة من الطاقة والتبريد المتوفرين إذا كانت كثافة طاقة تكنولوجيا المعلومات الفعلية أقل بنسبة تصل إلى 15% من متوسط القيمة المستهدفة للتصميم البالغة 4 كيلووات. لاحظ أنه لا يتم فهم أي من هذه المعلومات الأساسية إذا تم تحديد معدل كثافة الواط الكلاسيكي لكل قدم مربع.

مثال رقم 2 - مركز بيانات كبير

في هذا المثال يوجد مركز بيانات بقدرة 2 ميغاوات، يتم تعريف مركز البيانات بالتسلسل الهرمي التالي

Data center facility, comprised of

- IT rooms, each comprised of:
- 9 IT pods, comprised of:
- 10 IT cabinets

هناك طريقتان أساسيتان لمواصفات مركز البيانات الكبير:

- 1- إبدأ عملية المواصفات على مستوى الكابينة أو Pods وقم ببناء مواصفات المنشأة
- 2- ابدأ بالمواصفات على مستوى المنشأة، وقم بتقطيع المواصفات إلى غرف، ثم pods ، ثم مواصفات الكابينة من الناحية المثالية، ينبغي استخدام النهج الأول، ولكن في كثير من الحالات، لا يكون هذا عملياً، لأنه تم تحديد القيود على مستوى المنشأة أولاً، مثل طاقة التيار الكهربائي المتاحة، أو الحجم المادي للمبنى. نظراً لمتطلبات الطاقة المعروفة للمنشأة، يجب تقسيم المواصفات إلى غرف وPods، ثم إعدادها مرة أخرى إلى مستوى المنشأة، باستخدام الإجراء التالي:

- 1- تحديد عدد الغرف في المنشأة وتحديد قوة الغرفة
- 2- تحديد عدد pods في الغرفة، وتحديد قوة pods
- 3- تحديد عدد cabinets في pods ، مما يحدد قوة الكابينة
- 4- قم بتحديد معلمات استخدام المنشأة وال Pods ومساحة الغرفة
- 5- تحديد معلمات كثافة الطاقة المتبقية
6. قم بالتعديل والتكرار حتى يلبي التصميم المتطلبات

للتبسيط، يفترض هذا المثال أن المواصفات لجميع الغرف هي نفسها، وجميع Pods هي نفسها، ولا يوجد اختلاف إلا على مستوى الكابينة وهذا هو افتراض التصميم المناسب لكثير من الحالات ويوضح الشكل التالي ورقة العمل المستخدمة لهذا الغرض

مثال داتا سنتر بسعة 2 ميجاوات

		Room Units			Pod Units			Cabinet Units			
Density Parameters	in Facility System					in Room System			in Pod System		
	Number of units		4		10		10				
	Design target average power per unit		500 kW		50 kW		5.0 kW				
	Peak power per unit		500 kW		50 kW		12.5 kW				
	Unit power uncertainty +/-						24%				
	Managed power ratio		80%		80%		80%				
Area per unit		4480 sq ft		280 sq ft		14 sq ft					
Space Use Parameters	Rooms	sq ft	subtotal	Pods	sq ft	subtotal	Cabinets	sq ft	subtotal		
	4	0	17920 sq ft	10	0	2800 sq ft	10	0	140 sq ft		
	0	500	500 sq ft	1	0	280 sq ft	0	0	0 sq ft		
	Suggested space for density uncertainty			283 sq ft			324 sq ft				
	0	0	0 sq ft	1	0	280 sq ft	2	0	28 sq ft		
	0	2000	2000 sq ft	0	80	80 sq ft	1	0	14 sq ft		
	0	2000	2000 sq ft	0	80	80 sq ft	3	0	42 sq ft		
	0	400	400 sq ft	0	80	80 sq ft	0	0	0 sq ft		
	0	500	500 sq ft	0	80	80 sq ft	0	0	0 sq ft		
	0	2000	2000 sq ft	0	800	800 sq ft	0	56	56 sq ft		
25320 sq ft			4480 sq ft			280 sq ft					
Performance Summary	Rated system power	2000 kW facility			500 kW / room			50 kW / pod			
	Expected # IT cabinet requirement	400 cabinets / facility			100 cabinets / room			10 cabinets / pod			
	Max # IT cabinet capability	576 cabinets / facility			144 cabinets / room			12 cabinets / pod			
	Expected IT operating power	1600 kW facility			400 kW / room			40 kW / pod			
	Peak rated power per Unit	500 kW / room			50 kW / pod			12.5 kW / cabinet			
	Nominal rated power per Unit	500 kW / room			50 kW / pod			5.0 kW / cabinet			
	Average expected power per Unit	400 kW / room			40 kW / pod			4 kW / cabinet			
	System size	25320 sq ft / facility			4480 sq ft / room			280 sq ft / pod			
Expected unused unit space	2% of facility			13% of room			10% of pod				
System power density	79 W per sq ft (facility)			112 W per sq ft (room)			179 W per sq ft (pod)				

* This field needs to sum the space from the various pods, if more than one type of pod exists

تحتوي ورقة العمل السابقة على كمية كبيرة من المعلومات حول التصميم. تم تجميع ورقة العمل في ثلاثة أعمدة إدخال:

يصف العمود الأيسر كيف تتكون المنشأة من غرف،

ويصف العمود الأوسط كيف تتكون الغرفة من Pods،

ويصف العمود الأيمن كيف تتكون Cabinets in pods.

سمات مركز البيانات التي تم تحديدها من ورقة العمل لهذا المثال بقدرة 2 ميجاوات هي:

• تتكون Pods من 12 كابينة لتكنولوجيا المعلومات بالإضافة إلى 4 مواقع للكابائن مخصصة لتوزيع الطاقة والتبريد في الصف، بمساحة 20 قدمًا × 14 قدمًا (6 م × 4 م).

➤ إن متوسط الطاقة المستهدفة للتصميم لكل كابينة هو 5 كيلو واط.

➤ الطاقة القصوى المسموح بها في أي كابينة هي 12.5 كيلو واط طالما أن طاقة الحامل لا تتجاوز 50 كيلو واط لجميع الكبائن الـ 12 مجتمعة.

➤ إجمالي المساحة الداخلية التي يتطلبها هذا التصميم هي 25,320 قدمًا مربعًا (2,352 مترًا مربعًا).

➤ باستخدام المقاييس التقليدية لـ W/ft² على مستوى غرفة تكنولوجيا المعلومات، تبلغ كثافة مركز

1,206 W/ft²

112- W/m²

في كل حجرة، تم توفير موقعين للخزانة الاحتياطية، للسماح باستخدام الطاقة والتبريد لل Pods في حالة أن متوسط الطاقة المنشورة أقل من 5 كيلو واط المحدد لكل كابينة.

في كل غرفة، تم حجز موقعين احتياطيين، أحدهما مخصص لتجهيز Pods جديدة دون تعطيل الأخرى الموجودة، والآخر للسماح باستخدام طاقة الغرفة وتبريدها في حالة أن متوسط الطاقة المنشورة أقل من 5 كيلو واط لكل غرفة كابينة.

عند مقارنتها بمثال الغرفة المفردة السابق، تعد ورقة العمل هذه أكثر تعقيدًا في كيفية تتبع المساحة المحجوزة لعدم اليقين في الكثافة. يكون عدم اليقين في مستوى تكنولوجيا المعلومات في الكبائن الفردية، لذلك لا يحتاج المستخدم إلى الدخول في حالة عدم اليقين بشأن مستويات الـ Pods أو الغرفة؛ هذه المستويات هي مجرد مجموعات محسوبة للمستوى الأدنى. ومع ذلك، يمكن للمستخدم حجز مساحة لمراعاة عدم اليقين على مستويات مختلفة في التصميم. يمكن للمستخدم الاحتفاظ بحالة عدم اليقين بشأن كثافة الطاقة عن طريق ترك مساحة إضافية في حجرة لمزيد من الكبائن، أو عن طريق ترك مساحة إضافية في غرفة لمزيد من Pods، أو عن طريق ترك مساحة إضافية في المنشأة لمزيد من الغرف، أو مزيج من هذه الأساليب الثلاثة.

Specification parameter	Small enterprise	Large enterprise	Colocation	Cloud	HPC
Number of cabinets per pod (#)	4-10	10-14	6-14	10-20	10-20
Design target average power per cabinet (W): Full load power of the average cabinet	4 kW	6 kW	4 kW	12 kW	16 kW
Peak power per unit(W): Maximum power of the highest power cabinet	8 kW	12 kW	12 kW	25 kW	25 kW
Unit power uncertainty (%): The uncertainty of the estimate of design target average power	50%	30%	50%	30%	50%
Managed power ratio (%): Average of actual power draw to full load power of the cabinets	90%	80%	90%	70%	90%
Type of space reserved for staging	Cabinet Locations	Pod Locations	Pod& Room Locations	Pod & Room Locations	Pod & Room Locations
Amount of space reserved for staging	5-10% of total cabinet count	1 pod per room	Depends on business model	1 pod per room	1 pod per room
Space reserved for power and cooling	Design dependent	Design dependent	Design dependent	Design dependent	Design dependent
Space reserved for ancillary systems	5% of room	5% of room	10% of room	5% of room	5% of room
Space reserved for storage	10% of room	5% of room	none	none	none
Space reserved for egress, ramps, and columns	50% of room	30% of room	Design dependent	20% of room	20% of room

يمكن استخدام الجدول التالي لحساب الأحمال الكهربائية للداتا سنتر أو مراكز البيانات

Item	Data required	Calculation	Subtotal kW
Power requirement - electrical			
Critical load- sizing calculator value from Schneider Electric website	Rating of each IT device	(Calculator total in VA x 0.67) / 1000	# 1 _____ kW
For equipment not listed in the sizing calculator, critical load – nameplate	Subtotal VA (include fire, security and monitoring systems)	(Subtotal VA x .67) / 1000	# 2 _____ kW
Future Loads	VA of nameplate of each anticipated IT device	[(Add VA rating of future devices) x .67] / 1000	# 3 _____ kW
Peak power draw due to variation in critical loads	Total steady state critical load power draw	(# 1 + # 2 + # 3) x .1.05	# 4 _____ kW
UPS inefficiency and battery charging	Actual Load + Future Loads (in kW)	(# 1 + # 2 + # 3) x 0.32	# 5 _____ kW
Lighting	Total floor area associated with the data center	0.002 x floor area (sq ft), or 0.0215 x floor area (sq m)	# 6 _____ kW
Total power to support electrical demands	Total from # 4, # 5, and # 6 above	# 4 + # 5 + # 6	# 7 _____ kW
Power requirement - cooling			
Total power to support cooling demands	Total from # 7 above	For Chiller systems # 7 x 0.7 For DX systems # 7 x 1.0	# 8 _____ kW
Total power requirement			
Total power to support electrical and cooling demands	Total from # 7 and # 8 above	# 7 + # 8	# 9 _____ kW
Size of electrical service estimate			
Requirements to meet NEC and other regulators	Total from # 9 above	# 9 x 1.25	# 10 _____ kW
Three phase AC voltage provided at service entrance	AC voltage		# 11 _____ VAC
Electrical service required from utility company in Amps	Total from # 10 and AC voltage in # 11	(# 10 x 1000) / (# 11 x 1.73)	_____ Amps
Size of standby generator estimate (if applicable)			
Critical loads requiring generator back up	Total from # 7 above	# 7 x 1.3*	# 12 _____ kW
Cooling loads requiring generator back up	Total from # 8 above	# 8 x 1.5	# 13 _____ kW
Size of generator needed	Total from # 12 and # 13 above	# 12 + # 13	_____ kW

*WARNING: The 1.3 variable applies to fully power factor corrected UPS. A 3.0 multiplier must be used when using traditional double conversion UPS with input harmonic filters.

مثال رقم 1- حساب الأحمال الكهربائية لداتا سنتر في مدينة جدة في المملكة العربية السعودية

ELECTRICAL LOAD CALCULATION FOR HYPERSCALE (TYPICAL FOR 6 STRINGS)

SL.NO	LOAD DESCRIPTION	NORMAL CASE	FAILURE CASE	UNITS	REMARKS
1	IT Load for Server Rooms				
	Data hall-01 IT load	1500	1500	kW	
	Data hall-02 IT load	1500	1500	kW	
	Data hall-03 IT load	1500	1500	kW	
	Data hall-4 IT load	1500	1500	kW	
	MMR load	100	100	kW	
	Total IT Load for Server Room	6100	6100	kW	
2	No. of IT paths	6	5		
3	UPS load per data hall	250	300		
4	UPS i/p power per data hall	260	313	kW	considering with 4% loss
5	UPS i/p power per data hall	274	329	kW	With 5% battery charging

	Header BBT per path	4	4		
6	IT Load per BBT path	1096	1316	kW	
7	Chiller KW/path	500	500	kW	
8	Mech. UPS/path	112	135	KW	Considered 200 kVA UPS
9	i/p Power for each ME UPS	124	149	kW	considering 4% loss and 1% dist loss and 5% Battery charging loss.
10	Total KW/Path	1721	1965	kW	for 2 nos. IT path(with MMR load)
		1621	1865	kW	for 4 nos. IT path (without MMR load)
11	Total KW/PHASE	9924		kW	
Equipment Selection Sheet					
I.	TRANSFORMER SIZING				
1	Transformer loading at 0.95 pf	1811	2068	KVA	

2	Transformer sizing at 90% loading	1912	2183	KVA	
3	Transformer selected	2500	2500	KVA	
4	Actual % Loading for TX selection	76%	87%		
II.	DIESEL GENERATOR SIZING				
1	Total loading on DG set	1721	1965	KW	Battery on floating mode during DG operation and will not cause loading on generator
2	Selected DG set rating	2200	2200	KW	Continuous duty Engine capacity for unlimited no. of hours (2200KW-DCCR Genset, from Cummins/Perkin/CAT)
3	No. DG required for operation in N configuration/path	1	1		
4	No. of DG required for N+1 configuration operation/path	2	1		
5	Load per Generator in N operation	1721	1965		
6	Loading per Generator	78%	89%		% loading of Generator at full load
III.	UPS SIZING				
1	IT LOAD	1096	1316	KW	

2	UPS Loading@90%	1218	1462	KVA	
3	UPS Selected		1600	KVA	
4	No. of UPS selected for N configuration (rounded)/path	Nos	2		2 x 800KVA UPS/ Path

ELECTRICAL LOAD CALCULATION FOR HOUSE LOAD

SL.NO	LOAD DESCRIPTION	TDL	TCL	UNITS	REMARKS
1	FIRE PUMP	68.5	137	kW	
2	SMDB - ME	213	243	kW	
3	SMDB - P&L	78	150	kW	
4	SMDB - LIFE & SAFETY	94	102	kW	
5	SMDB - VRF 1	152	190	kW	
6	SMDB - VRF 2	231	260	kW	
7	SMDB - UPS - MECH	190	198	kW	
9	Total KW/Path	1026	1280	kW	

Equipment Selection Sheet

I.	TRANSFORMER SIZING				
1	Transformer loading at 0.9 pf	1140	1423	KVA	
2	Transformer loading at 85%	1207	1498	KVA	
3	Transformer selected	1500	1500	KVA	
7	% Loading per Transformer	80%	100%		
II.	DIESEL GENERATOR SIZING				
1	DG Loading at 100% and 0.9 PF	1207	1423		
2	DG selected	1500	1500	KVA	
6	Loading per Generator	80%	95%		% loading of Generator at full load
III.	UPS SIZING				
1	Load on UPS	190	198	KW	
2	UPS load including losses	211	220		considering 4% loss and 1% dist loss and 5% Battery charging loss.
3	UPS Loading@90%	234	244	KVA	
4	UPS Selected	250	250	KVA	

مثال رقم 2- حساب الأحمال الكهربائية لداتا سنتر أو مركز بيانات في المملكة العربية السعودية

SN	PROJECT PHASE	AREA	Building	MAXIMUM DEMAND LOAD (MDL) IN KW						TOTAL DEMAND LOAD IN MVA (0.95PF) in KVA
				CRITICAL IT LOADS			NON-CRITICAL IT LOADS	TOTAL LOAD		
				DATA HALL	IDF	MMR		OT LOADS	TOTAL IT LOAD	
1	Phase 1	Data Hall 3A	DC 2	1500.0	62.4			1560.0	5506	5795
		Data Hall 3B (ORACLE)	DC 2	1500.0	4.3			1493.0		
		Landlord Loads: MMR, OT, WT1, SH1, SS1 & Other loads	OFC	--	--	12.0	31.3	43.3	486.0	511.6
2	Phase 2	Data Hall 4A	DC 2	1500.0	62.4			1560.0	5449	5736
		Data Hall 4B	DC 2	1500.0	62.4			1560.0		
		Landlord Loads: MMR, OT, WT1, SH1, SS1 & Other loads	OFC			24.0	93.8	117.8	476.0	501.1
3	Phase 3	Data Hall 1A	DC 1	1500.0	62.4	-	--	1560.0	10931	11507
		Data Hall 1B	DC 1	1500.0	62.4	-	--	1560.0		
		Data Hall 2B	DC 1	1500.0	62.4			1560.0		
		Data Hall 2A	DC 1	1500.0	62.4			1560.0		
		Landlord Loads: MMR, OT, WT1, SH1, SS1 & Other loads	OFC			36.0	125.0	161.0	1010	1063.4
4	Overall Maximum Demand Load (phase 3)			12000.0	441.1	48.0	125.1	12,586	23,859	25,114
1	Phase 1			3000.0	66.7	12.0	31.3	3096.3	5,992	6,307
2	Phase 2			6000.0	191.5	24.0	125.1	6334.1	11,917	12,544
3	Overall Maximum Demand Load (phase 3)			12000.0	441.1	48.0	125.1	12574.1	23,859	25,114
4	Total (IT & Mechanical) UPS Battery Charging Load								516.6	
5	Overall Maximum Demand excluding UPS Battery Charging Load								23342.1	
6	Power Usage Effectiveness								1.85	

SUMMARY: LOADING & EQUIPMENT SIZING						
SI.NO.	DESCRIPTION	MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	REMARKS
		POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	
POWER STRING: DATA HALL 1A & 1B						
1	SCENARIOS -TOTAL LOAD	TRANSFORMER A/ GENERATOR A/ MDB A	TRANSFORMER B/ GENERATOR B/ MDB B	TRANSFORMER C/ GENERATOR C/ MDB C		
1.1	Secnario-1: Three Power Distribution Path/ Plant Equipment in Normal Condition (KW)	1,658	2,137	1,767	5,562	Total load distributed between three power distribution paths
1.2	Scenario-2: Power Distribution Path A / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	On Maintenance/ Failure	2,701	2,603	5,304	
1.3	Scenario-3: Power Distribution Path B / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,422	On Maintenance/ Failure	2,540	4,961	
1.4	Scenario-4: Power Distribution Path C / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,494	2,684	On Maintenance/ Failure	5,178	
	Peak Maximum demand on Transformer/Generator from different maintenance/failure scenarios (in KW)	2,494	2,701	2,603		
2	SCENARIOS - IT UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	1,061	998	1,061	3,120	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	1,498	1,622	3,120	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,560	On Maintenance/ Failure	1,560	3,120	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,622	1,498	On Maintenance/ Failure	3,120	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	1,622	1,498	1,622		All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.

3	MECH UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
3.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	417	626	417		
3.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)		626	626		
3.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626		626		
3.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626	626			
	Peak Maximum demand of a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	626	626	626		
SI.NO.	DESCRIPTION	MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	REMARKS
		POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	
4	PLANT EQUIPMENT SIZING					
4.1	TRANSFORMER					
4.1.1	Maximum Demand load on Utility (Max of failure scenario) @ 0.95 PF (in KVA)	2625	2843	2740		
4.1.2	Transformer Size in KVA	3150KVA	3150KVA	3150KVA		Cast Resin Transformers
4.2	GENERATOR					
4.2.1	Maximum Demand on Generator in KW	2,494	2,701	2,603		Generator Size (Data Centre Continuous Rated in compliance with Uptime Tier III requirements in KW
4.2.2	Generator Size in kW	2,850	2,850	2,850		<p>The GENERATOR Size to be Confirmed based on Mech.Loads</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. All the Generators shall be Derated to ambient Temp 2. The Generator rating shall be net electrical output after excluding all the ancillary loads for generator as per manufacturer (Remote Radiator 3. All the Generators shall be Uptime Tier III Continuous Rated Unit compliance to Uptime Tier III. 4. All the Generators shall be designed with belly tank for a

						minimum of 48 hours of fuel storage for rated capacity.
	Loading %	88%	95%	91%		
4.3	IT UPS					
4.3.1	IT load UPS Sizing @ 0.95 P (in KVA)	1708	1576	1708		
4.3.2	Load on Each UPS	854	788	854		Two no.of IT UPS in Parallel Configuration.
4.3.3	1000KVA UPS @ 0.95PF	950 kW	950 kW	950 kW		
4.3.4	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Normal Scenario	56%	53%	56%		
4.3.5	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Worst-case Scenario	85%	79%	85%		
4.3.6	IT UPS Size in KW	2 X 950KW	2 X 950KW	2 X 950KW		1. Design with 3N/2 Distributed Redundant 2. Designed for 5 Minutes Batter Backup for "N" Capacity loads
		MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	
SI.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS
POWER STRING: DATA HALL 2A & 2B						
1	SCENARIOS -TOTAL LOAD	TRANSFORMER A/ GENERATOR A/ MDB A	TRANSFORMER B/ GENERATOR B/ MDB B	TRANSFORMER C/ GENERATOR C/ MDB C		
1.1	Scenario-1: Three Power Distribution Path/ Plant Equipment in Normal Condition (KW)	1,684	2,146	1,653	5,483	Total load distributed between three power distribution paths
1.2	Scenario-2: Power Distribution Path A / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	On Maintenance/ Failure	2,693	2,517	5,211	
1.3	Scenario-3: Power Distribution Path B / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,446	On Maintenance/ Failure	2,431	4,877	

1.4	Scenario-4: Power Distribution Path C / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,518	2,692	On Maintenance/ Failure	5,211	
	Peak Maximum demand on Transformer/Generator from different maintenance/failure scenarios (in KW)	2,518	2,693	2,517		
2	SCENARIOS - IT UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	1,061	998	1,061	3,120	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	1,498	1,622	3,120	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,560	On Maintenance/ Failure	1,560	3,120	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,622	1,498	On Maintenance/ Failure	3,120	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	1,622	1,498	1,622		All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
3	MECH UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
3.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	417	626	417		
3.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)		626	626		
3.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626		626		
3.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626	626			
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	626	626	626		
Sl.NO.	DESCRIPTION	MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	REMARKS
		POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	

4	PLANT EQUIPMENT SIZING					
4.1	TRANSFORMER					
4.1.1	Maximum Demand load on Utility (Max of failure scenario) @ 0.95 PF (in KVA)	2651	2835	2650		
4.1.2	Transformer Size in KVA	3150KVA	3150KVA	3150KVA		Cast Resin Transformers
4.2	GENERATOR					
4.2.1	Maximum Demand on Generator in KW	2,518	2,693	2,517		Generator Size (Data Centre Continuous Rated in compliance with Uptime Tier III requirements in KW
4.2.2	Generator Size in kW	2,850	2,850	2,850		The GENERATOR Size to be Confirmed based on Mech.Loads 1. All the Generators shall be Derated to ambient Temp 2. The Generator rating shall be net electrical output after excluding all the ancillary loads for generator as per manufacturer (Remote Radiator 3. All the Generators shall be Uptime Tier III Continuous Rated Unit compliance to Uptime Tier III. 4. All the Generators shall be designed with belly tank for a minimum of 48 hours of fuel storage for rated capacity.
	Loading %	88%	95%	88%		
4.3	IT UPS					
4.3.1	IT load UPS Sizing @ 0.95 P (in KVA)	1708	1576	1708		
4.3.2	Load on Each UPS	854	788	854		Two no.of IT UPS in Parallel Configuration.
4.3.3	1000KVA UPS @ 0.95PF	950 kW	950 kW	950 kW		
4.3.4	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Normal Scenario	56%	53%	56%		
4.3.5	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Worst-case Scenario	85%	79%	85%		

4.3.6	IT UPS Size in KW	2 X 950KW	2 X 950KW	2 X 950KW		1. Design with 3N/2 Distributed Redundant 2. Designed for 5 Minutes Battery Backup for "N" Capacity loads
		MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	
SI.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS
POWER STRING: DATA HALL 3A & 3B						
1	SCENARIOS -TOTAL LOAD	TRANSFORMER A/ GENERATOR A/ MDB A	TRANSFORMER B/ GENERATOR B/ MDB B	TRANSFORMER C/ GENERATOR C/ MDB C		
1.1	Scenario-1: Three Power Distribution Path/ Plant Equipment in Normal Condition (KW)	1,581	2,178	1,747	5,506	Total load distributed between three power distribution paths
1.2	Scenario-2: Power Distribution Path A / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	On Maintenance/ Failure	2,719	2,524	5,243	
1.3	Scenario-3: Power Distribution Path B / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,677	On Maintenance/ Failure	2,565	5,243	
1.4	Scenario-4: Power Distribution Path C / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,353	2,760	On Maintenance/ Failure	5,114	
	Peak Maximum demand of Transformer/Generator from different maintenance/failure scenarios (in KW)	2,677	2,760	2,565		
2	SCENARIOS - IT UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	994	1,029	1,040	3,062	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	1,519	1,543	3,062	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,485	On Maintenance/ Failure	1,577	3,062	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,498	1,565	On Maintenance/ Failure	3,062	
	Peak Maximum demand of a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	1,498	1,565	1,577		All the UPS Battery Bank shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
3	MECH UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		

3.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	417	626	417		
3.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	626	626		
3.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626	On Maintenance/ Failure	626		
3.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626	626	On Maintenance/ Failure		
	Peak Maximum demand of a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	626	626	626	TOTAL	
Sl.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS
4	PLANT EQUIPMENT SIZING					
4.1	TRANSFORMER					
4.1.1	Maximum Demand load of Utility (Max of failure scenario) @ 0.95 PF (in KVA)	2818	2905	2700		
4.1.2	Transformer Size in KVA	3150KVA	3150KVA	3150KVA		Cast Resin Transformers
4.2	GENERATOR					
4.2.1	Maximum Demand on Generator in KW	2,677	2,760	2,565		Generator Size (Data Centre Continuous Rated in compliance with Uptime Tier III requirements in KW
4.2.2	Generator Size in kW	2,850	2,850	2,850		<p>The GENERATOR Size to be Confirmed based on Mech.Loads</p> <p>1. All the Generators shall be Derated to ambient Temp</p> <p>2. The Generator rating shall be net electrical output after excluding all the ancillary loads for generator as per manufacturer (Remote Radiator</p> <p>3. All the Generators shall be Uptime Tier III Continuous Rated Unit compliance to Uptime Tier III.</p> <p>4. All the Generators shall be designed with belly tank for a minimum of 48 hours of fuel storage for rated capacity.</p>
	Loading %	94%	97%	90%		

4.3	IT UPS					
4.3.1	IT load UPS Sizing @ 0.95 P (in KVA)	1577	1647	1660		
4.3.2	Load on Each UPS	788	823	830		Two no.of IT UPS in Parallel Configuration.
4.3.3	1000KVA UPS @ 0.95PF	950 kW	950 kW	950 kW		
4.3.4	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Normal Scenario	52%	54%	55%		
4.3.5	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Worst-case Scenario	79%	82%	83%		
4.3.6	IT UPS Size in KW	2 X 950KW	2 X 950KW	2 X 950KW		1. Design with 3N/2 Distributed Redundant 2. Designed for 5 Minutes Batter Backup for "N" Capacity loads
SI.NO.	DESCRIPTION	MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	REMARKS
		POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	
POWER STRING: DATA HALL 4A & 4B						
1	SCENARIOS -TOTAL LOAD	TRANSFORMER A/ GENERATOR A/ MDB A	TRANSFORMER B/ GENERATOR B/ MDB B	TRANSFORMER C/ GENERATOR C/ MDB C		
1.1	Secnario-1: Three Power Distribution Path/ Plant Equipment in Normal Condition (KW)	1,658	2,142	1,649	5,449	Total load distributed between three power distribution paths
1.2	Scenario-2: Power Distribution Path A / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	On Maintenance/ Failure	2,693	2,485	5,178	
1.3	Scenario-3: Power Distribution Path B / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,422	On Maintenance/ Failure	2,422	4,844	
1.4	Scenario-4: Power Distribution Path C / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	2,494	2,684	On Maintenance/ Failure	5,178	
	Peak Maximum demand of Transformer/Generator from different maintenance/failure scenarios (in KW)	2,494	2,693	2,485		
2	SCENARIOS - IT UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		

2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	1,061	998	1,061	3,120	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	1,498	1,622	3,120	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,560	On Maintenance/ Failure	1,560	3,120	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	1,622	1,498	On Maintenance/ Failure	3,120	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	1,622	1,498	1,622		All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
3	MECH UPS SYSTEM	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
3.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	417	626	417		
3.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)		626	626		
3.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626		626		
3.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	626	626			
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	626	626	626		
		MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	
SI.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS
4	PLANT EQUIPMENT SIZING					
4.1	TRANSFORMER					
4.1.1	Maximum Demand load on Utility (Max of failure scenario) @ 0.95 PF (in KVA)	2625	2834	2616		
4.1.2	Transformer Size in KVA	3150KVA	3150KVA	3150KVA		Cast Resin Transformers

4.2	GENERATOR					
4.2.1	Maximum Demand on Generator in KW	2,494	2,693	2,485		Generator Size (Data Centre Continuous Rated in compliance with Uptime Tier III requirements in KW
4.2.2	Generator Size in kW	2,850	2,850	2,850		<p>The GENERATOR Size to be Confirmed based on Mech.Loads</p> <p>1. All the Generators shall be Derated to ambient Temp</p> <p>2. The Generator rating shall be net electrical output after excluding all the ancillary loads for generator as per manufacturer (Remote Radiator</p> <p>3. All the Generators shall be Uptime Tier III Continuous Rated Unit compliance to Uptime Tier III.</p> <p>4. All the Generators shall be designed with belly tank for a minimum of 48 hours of fuel storage for rated capacity.</p>
	Loading %	88%	94%	87%		
4.3	IT UPS					
4.3.1	IT load UPS Sizing @ 0.95 P (in KVA)	1708	1576	1708		
4.3.2	Load on Each UPS	854	788	854		Two no.of IT UPS in Parallel Configuration.
4.3.3	1000KVA UPS @ 0.95PF	950 kW	950 kW	950 kW		
4.3.4	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Normal Scenario	0.56	0.53	0.56		
4.3.5	Individual IT UPS unit Percentage of Loading during Worst-case Scenario	85%	79%	85%		
4.3.6	IT UPS Size in KW	2 X 950KW	2 X 950KW	2 X 950KW		<p>1. Design with 3N/2 Distributed Redundant</p> <p>2. Designed for 5 Minutes Batter Backup for "N" Capacity loads</p>
		MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	
SI.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B	POWER DISTRIBUTION PATH -C	MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS

LANDLORD POWER STRING						
1	SCENARIOS -TOTAL LOAD	POWER DISTRIBUTION PATH A	POWER DISTRIBUTION PATH B	NOT USED	TOTAL MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	
1.1	Scenario-1: Two Power Distribution Path/ Plant Equipment in Normal Condition (kw)	1150	822	NOT USED	1972	Total load distributed between two power distribution paths
1.2	Scenario-2: Power Distribution Path A / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	On Maintenance/ Failure	1148.0	NOT USED	1148	
1.3	Scenario-3: Power Distribution Path B / Plant Equipment on Maintenance/ Failure (KW)	1398.4	On Maintenance/ Failure	NOT USED	1398	
	Peak Maximum demand on Transformer/Generator from different maintenance/failure scenarios (in KW)	1398.4	1148.0			
2	SCENARIOS - IT UPS SYSTEM (MMR & OT LOADS)	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B			
2.1	Two Power Distribution Path in Normal Condition KW	149	149	NOT USED	298	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario KW	On Maintenance/ Failure	298	NOT USED	298	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario KW	298	On Maintenance/ Failure	NOT USED	298	
	Peak Maximum demand on a IT UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	298.0	298.0			All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD, for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
3	MECHAINCAL UPS (Critical Mech. + Office Area Loads)	MECH. UPS SYSTEM A	MECH. UPS SYSTEM B			
3.1	Two Power Distribution Path in Normal Condition KW	76.4	55.4	NOT USED	131.8	
3.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario KW	On Maintenance/ Failure	92.4	NOT USED	92.4	
3.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario KW	94.9	On Maintenance/ Failure	NOT USED	94.9	

	Peak Maximum demand on a Mech. UPS System on various scenarios (in KW)	94.9	92.4			All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD, for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
SI.NO.	DESCRIPTION	MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	REMARKS
		POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B		MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	
4	PLANT EQUIPMENT SIZING					
4.1	TRANSFORMER					
4.1.1	Maximum Demand load on Utility (Normal scenario) @ 0.95 PF (in KVA)	1210	866	NOT USED		
4.1.2	Maximum Demand load on Utility (Max of failure scenario) @ 95% loading (in KVA)	1472	1208	NOT USED		
4.1.3	Transformer Size in KVA	1500kVA	1500kVA	NOT USED		1. Cast Resin Transformers for both A & B Power String. 2. As of 07/09/21, we have reduced the transformer size down to 1500kVA. Technically we could reduce size further down to 1250kVA, but have kept it at 1500kVA to allow a generous amount of additional load to be added in the future.
4.2	GENERATOR					
4.2.1	Maximum Demand on Generator in KW	1398	1148	NOT USED		Generator Size (Data Centre Continuous Rated in compliance with Uptime Tier III requirements in KW
4.2.2	Generator Size in kW	1500KW	1500KW	NOT USED		The GENERATOR Size to be Confirmed based on Mech.Loads 1. All the Generators shall be Derated to ambient Temp 2. All the Generators shall be Uptime Tier III Continuous Rated Unit compliance to TUI Tier III. 3. All the Generators shall be designed with belly tank for a minimum of 48 hours of fuel storage for rated capacity. 4. Generator is the net effective output, excluding ancillary equipment. Compliant with the Uptime Tier 3 compliant.
4.3	IT UPS (Critical Landlord IT Loads)					
4.3.1	IT load UPS Sizing @ 0.95 P (in KVA)	314	314	NOT USED		N+N Configuration.
4.3.3	600KVA UPS @ 0.95PF & @ 100% Loading	570KW	570KW	NOT USED		

4.3.6	IT UPS Size in KW	570KW	570KW	NOT USED		1. Designed for 5 Minutes Battery Backup for "N" Capacity IT Loads.
4.4	MECH. UPS (Critical Mech. + Office Area Loads)	MECH. UPS SYSTEM A	MECH. UPS SYSTEM B			
4.4.1	Mech. UPS Sizing @ 0.9 PF (in KVA) @ 0.95 loading	105	103	NOT USED		
4.4.2	160KVA UPS @ 0.9PF & @ 100% Loading	144KW	144KW	NOT USED		
4.4.3	Mech. UPS Rating Selected in kW	144KW	144KW	NOT USED		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.
4.5	SECURITY HOUSE IT UPS					
4.5.1	Two Power Distribution Path in Normal Condition	1.2 kW	2.2 kW	NOT USED	3 kW	
4.5.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario	On Maintenance/ Failure	2.2 kW	NOT USED	2 kW	
4.5.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario	1.2 kW	On Maintenance/ Failure	NOT USED	1 kW	
		MAXIMUM DEMAND LOADS IN KW			TOTAL	
SI.NO.	DESCRIPTION	POWER DISTRIBUTION PATH -A	POWER DISTRIBUTION PATH -B		MAXIMUM DEMAND LOAD IN KW	REMARKS
4.5.4	Maximum demand on a UPS System on various scenario (in KW)	1.2 kW	2.2 kW			All the UPS Battery Back shall be sized for its full load capacity in KW noted in the SLD for a battery autonomy of 5min at the end of life for 10 years. All the battery will be designed with Lithium Ion.
4.5.5	GH Area UPS Sizing @ 0.9 PF in (KVA) & @ 95% Loading	1 kVA	2 kVA	NOT USED	KVA	
4.5.6	5KVA UPS @ 0.9 PF & @ 100% Loading	4.5KW	4.5KW	NOT USED	KVA	
4.5.7	SH Area IT UPS Size in KW	4.5KW	4.5KW	NOT USED		Each UPS will have a backup of 30min. With Lithium Ion Battery.

2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH3A	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	

2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.
	MECH UPS selection	400KVA/360KW	400KVA/360KW	400KVA/360KW		
2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH3B	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.
	MECH UPS selection	400KVA/360KW	400KVA/360KW	400KVA/360KW		

2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH4A	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		
2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH4B	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		
	MECH UPS 4A-4B	626	626	626		
	MECH UPS slection	800KVA/720KW	800KVA/720KW	800KVA/720KW		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.
2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH2A	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	

2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		
2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH2B	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		
	MECH UPS 2A-2B	626	626	626		
	MECH UPS selection	800KVA/720KW	800KVA/720KW	800KVA/720KW		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.
2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH1A	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand on a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		

2	SCENARIOS -MECH UPS SYSTEM DH1B	UPS SYSTEM A	UPS SYSTEM B	UPS SYSTEM C		
2.1	Three Power Distribution Path in Normal Condition (KW)	209	313	209	730	
2.2	UPS System A on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	On Maintenance/ Failure	313	313	626	
2.3	UPS System B on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	On Maintenance/ Failure	313	626	
2.4	UPS System C on Maintenance/ Failure Scenario (KW)	313	313	On Maintenance/ Failure	626	
	Peak Maximum demand of a UPS System from different maintenance/failure scenarios (in KW)	313	313	313		
	MECH UPS 1A-1B	626	626	626		
	MECH UPS selection	800KVA/720KW	800KVA/720KW	800KVA/720KW		Monolithic UPS with 5 Min. Battery Backup.

DATA HALL 3A & 3B								SCENARIO 1				
Sl.No.	Description	Switchboard/ Distribution Boards/ Buswa Labels	No.of Rack Quantity	Load per Rack / Unit load (in kW)	Total Connected Load in kW	Diversity Factor	Total Maximum Demand Load kW	Maximum Demand Load in KW				Remarks
								Power Distribution Path- A/ Transformer -A/ Generator-A/ MDB A	Power Distribution Path-B/ Transformer -B/ Generator-B/ MDB B	Power Distribution Path- C/ Transformer -C/ Generator-C/ MDB C	Total Maximum Demand Load (KW)	
								Nominal	Nominal	Nominal		
A	Critical Area IT Load											
	DH 3A (PHASE											
1	IT Row 1 (H)	BW/B/8 BW/C/7	24	7.8	187.2	1	187.2		93.6	93.6	187.2	
2	IT Row 2 (G)	BW/B/9 BW/C/8	24	7.8	187.2	1	187.2		93.6	93.6	187.2	
3	IT Row 3 (F)	BW/B/10 BW/C/9	24	7.8	187.2	1	187.2		93.6	93.6	187.2	
4	IT Row 4 (E)	BW/A/8 BW/B/11	24	7.8	187.2	1	187.2	93.6	93.6		187.2	
5	IT Row 5 (D)	BW/A/9 BW/B/12	24	7.8	187.2	1	187.2	93.6	93.6		187.2	
6	IT Row 6 (C)	BW/A/10 BW/C/10	24	7.8	187.2	1	187.2	93.6		93.6	187.2	
7	IT Row 7 (B)	BW/A/11 BW/C/11	24	7.8	187.2	1	187.2	93.6		93.6	187.2	
8	IT Row 8 (A)	BW/A/12 BW/C/12	24	7.8	187.2	1	187.2	93.6		93.6	187.2	
9	IDF 1	IDF 3A-1-DB-SB IDF 3A-1-DB-SC	8	7.8	62.4	1	62.4		31.2	31.2	62.4	IDF Room 3 & 4 Redundant to each other
10	IDF 2	IDF 3A-2-DB-SB IDF 3A-2-DB-SC	8	7.8	62.4	1	62.4				0.0	IDF Room 3 & 4 Redundant to each other
	Total DH 3A IT Load		208		1622.4		1622.4	468.0	499.2	592.8	1560.0	
	DH 3B (PHASE 1) (Oracle)											
1	IT Row 1 (A)	BW/A/1 BW/C/1	26	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	149.0	1	149.0	74.5		74.5	149.0	
2	IT Row 2 (B)	BW/A/2 BW/C/2	25	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	147.5	1	147.5	73.8		73.8	147.5	
3	IT Row 3 (C)	BW/A/3 BW/C/3	26	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	149.0	1	149.0	74.5		74.5	149.0	
4	IT Row 4 (D)	BW/A/4 BW/B/1	25	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	147.5	1	147.5	73.8	73.8		147.5	
5	IT Row 5 (E)	BW/A/5 BW/B/2	26	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	149.0	1	149.0	74.5	74.5		149.0	
6	IT Row 6 (F)	BW/A/6 BW/B/3	24	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	163.1	1	163.1	81.6	81.6		163.1	
7	IT Row 7 (G)	BW/B/4 BW/C/4	26	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	149.0	1	149.0		74.5	74.5	149.0	
8	IT Row 8 (H)	BW/B/5 BW/C/5	25	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	147.5	1	147.5		73.8	73.8	147.5	
9	IT Row 9 (I)	BW/B/6 BW/C/6	26	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	149.0	1	149.0		74.5	74.5	149.0	
10	IT Row 10 (J)	BW/A/7 BW/B/7	25	8.73 kw @SERVER 10KW@NETWORK	147.5	1	147.5	73.8	73.76		147.5	
11	clint office (IDF)	IDF 3B-1-DB-SB IDF 3B-1-DB-SC	2	LC Rack	4.3	1	4.3		3.0	1.3	4.3	Canceled only 2 rack 4.3kw for LC rack
	Total DH 3B IT Load		256		1502.4		1502.4	526.3	529.3	446.8	1502.4	
	Total IT Load for Data Hall 3 A & 3B				3125		3125	994	1029	1040	3062	
	UPS System Losses @ 3.5%		0.04		125.0	0.0	125.0	34.8	36.0	36.4	107.2	
	UPS Batt. Charging load @ 3.5%		0.04		125.0	0.0	125.0	34.8	36.0	36.4	107.2	
	Total UPS System losses + Batt. Charging load DH 3A and DH 3B				250.0	0.0	250.0	69.6	72.0	72.8	214.4	
B	CRITICAL MECHANICAL LOAD											
	FIRST FLOOR											
	DH 3A (phase 1											

	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P A3 MECH UPS O/P C3	1.0	104.3	104.3	1	104.3	104.3		104.3	During normal condition 7No. To run a part load, in failure scenario N=6. IDEC 8 is always in standby mode unless on IDEC is down for maintenance.	
	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P B3 MECH UPS O/P C3	1.0	104.3	104.3	1	104.3	104.3		104.3		
	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P B3 MECH UPS O/P A3	1.0	104.3	104.3	1	104.3	104.3		104.3		
	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P C3 MECH UPS O/P A3	1.0	104.3	104.3	1	104.3		104.3	104.3		
	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P B3	1.0	104.3	104.3	1	104.3	104.3		104.3		
	IDEC-DH3A-RF0 (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P C3	1.0	104.3	104.3	1	104.3		104.3	104.3		
	IDEC-DH3A-RF0 (Standby) (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P A3	1.0	104.3	104.3	1	104.3	104.3		104.3	HOT STANDBY	
	IDEC-DH3A-RF0 (Future) (Data Hall 3A Cooling Unit)	MECH UPS O/P C3	1.0	104.3	104.3	1	104.3			0.0	FUTURE PROVISION - STANDBY	
	Total Critical Mechanical Load for DH 3A				625.5		625.5	208.5	312.8	208.5	729.8	0.0

SCENARIO 2			
Maximum Demand Load in KW			
Power Distribution Path- A/ Transformer -A/ Generator-A/ MDB A	Power Distribution Path B/ Transformer B/ Generator-B/ MDB B	Power Distribution Path- C/ Transformer -C/ Generator-C/ MDB C	Total Maximum Demand Load (KW)
On Maintenance	Peak	Peak	
	93.6	93.6	187.2
	93.6	93.6	187.2
	93.6	93.6	187.2
	187.2		187.2
	187.2		187.2
		187.2	187.2
		187.2	187.2
		187.2	187.2
	31.2	31.2	62.4
			0.0
0.0	686.4	873.6	1560.0
		149.0	149.0
		147.5	147.5
		149.0	149.0
	147.5		147.5
	149.0		149.0
	163.1		163.1
	74.5	74.5	149.0
	73.8	73.8	147.5

SCENARIO 3			
Maximum Demand Load in KW			
Power Distribution Path- A/ Transformer -A/ Generator-A/ MDB A	Power Distribution Path B/ Transformer B/ Generator-B/ MDB B	Power Distribution Path- C/ Transformer -C/ Generator-C/ MDB C	Total Maximum Demand Load (KW)
Peak	On Maintenance	Peak	
		187.2	187.2
		187.2	187.2
		187.2	187.2
187.2			187.2
187.2			187.2
93.6		93.6	187.2
93.6		93.6	187.2
93.6		93.6	187.2
		62.4	62.4
			-
655.2	0.0	904.8	1560.0
74.5		74.5	149.0
73.8		73.8	147.5
74.5		74.5	149.0
147.5			147.5
149.0			149.0
163.1			163.1
		149.0	149.0
		147.5	147.5

SCENARIO 4			
Maximum Demand Load in KW			
Power Distribution Path- A/ Transformer -A/ Generator-A/ MDB A	Power Distribution Path B/ Transformer B/ Generator-B/ MDB B	Power Distribution Path- C/ Transformer -C/ Generator-C/ MDB C	Total Maximum Demand Load (KW)
Peak	Peak	On Maintenance	
	187.2		187.2
	187.2		187.2
	187.2		187.2
93.6	93.6		187.2
93.6	93.6		187.2
187.2			187.2
187.2			187.2
187.2			187.2
	62.4		62.4
			-
748.8	811.2	0.0	1560.0
149.0			149.0
147.5			147.5
149.0			149.0
73.8	73.8		147.5
74.5	74.5		149.0
81.6	81.6		163.1
	149.0		149.0
	147.5		147.5

	74.5	74.5	149.0			149.0	149.0			149.0		149.0	
	147.5				147.5		147.5		73.8	73.8		147.5	
	3.0	1.3	4.3			4.3	4.3			4.3		4.3	
0.0	832.9	669.5	1502.4		829.9	0.0	672.5	1502.4		749.1	753.4	0.0	1502.4
0	1519	1543	3062		1485	0	1577	3062		1498	1565	0	3062
0.0	53.2	54.0	107.2		52.0	0.0	55.2	107.2		52.4	54.8	0.0	107.2
0.0	53.2	54.0	107.2		52.0	0.0	55.2	107.2		52.4	54.8	0.0	107.2
0.0	106.4	108.0	214.4		104.0	0.0	110.4	214.4		104.9	109.5	0.0	214.4
		104.3	104.3		104.3			104.3		104.3			104.3
	104.3		104.3				104.3	104.3			104.3		104.3
	104.3		104.3		104.3			104.3			104.3		104.3
		104.3	104.3				104.3	104.3		104.3			104.3
	104.3		104.3					0.0			104.3		104.3
		104.3	104.3				104.3	104.3					0.0
			0.0		104.3			104.3		104.3			104.3
			0.0					0.0					
0.0	312.8	312.8	625.5		312.8	0.0	312.8	625.5		312.8	312.8	0.0	625.5

مثال على حساب أحمال داتا سنتر 2N

System A

	Items	Unit	Day 1	Remarks
IT Load (UPS Backed)	Data Hall IT Load	kW	2385.0	320 IT Cabinets – (Low (<5kW): 30% (90 racks) • Medium (5-10 kW): 15% (45 racks) • High: (10-15 kW): 51-52% (153-156 racks) • Ultra-high: (15-25 kW): 3-4% (9-12 racks)
	Data Hall Space	M2	1000.0	Fully occupied
	IT Load Density	W/M2	2385.0	IT Load Density = Total IT Load / Total White Space Required
IT UPS Load	Total UPS Output Load	kW	2385.0	UPS output load shall meet the maximum Data Hall Total IT load
	UPS Charging Current (10%)	kW	238.5	Worst case scenario considered given this is 10 percent of UPS at maximum fail over load, not 50 per cent load
	UPS Losses (6%)	kW	143.1	Design option not to apply charging whilst on generator not considered
	IT UPS Input Load	kW	2766.6	Load from UPS input side considering UPS Loosed and Charging Current
Critical Mech & Aux Load (UPS Backed)	IT CRAH-DB-1A-1X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-1A-2X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-2A-1X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-2A-2X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 1-PM-1A-1X	kW	5.1	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 2-PM-1A-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 3-PM-1A-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 1-PM-2A-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 2-PM-2A-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 3-PM-2A-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH-MMR-A	kW	5.1	No diversity factor applied at this level.
	Total Critical Mech & Aux Load	kW	160.6	No diversity factor applied at this level.
Mech & Aux UPS Load	Total UPS Output Load	kW	160.6	Figure cross referenced with MCC and DB schedules
	UPS Charging Current (10%)	kW	16.1	Worst case scenario considered given this is 10 percent of UPS at maximum fail over load, not 50 per cent load
	UPS Losses (6%)	kW	9.6	Design option not to apply charging whilst on generator not considered
	Mech & Aux UPS Input Load	kW	186.3	Load from UPS input side considering UPS Loosed and Charging Current
General Mech & Aux System Load (Gen Backed)	Chillers	kW	1440.0	3 Chiller is required and (1) standby
	MCC FP -2X	kW	54.3	No diversity factor applied at this level.
	DCS-1A-1X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-1A-2X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-1A-3X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2A-1X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2A-2X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2A-3X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	SSDB-1A-X	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.

	SSDB-2A-X	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	GPLDB-1A	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	GPLDB-2A	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	MVDB-A	kW	11.0	No diversity factor applied at this level.
	GEN 1A -DB	kW	9.0	No diversity factor applied at this level.
	GEN 2A -DB	kW	9.0	No diversity factor applied at this level.
	FUEL-1-DB-X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	Total General Mech & Aux System Load	kW	1991.4	

Misc.(1)		kW		
Misc.(2)		kW		

Total Data Centre Load	kW	4944.3	
	kVA	5204.5	Assume P.F = 0.95
Allowance for overall distribution losses [1%]	kW	5438.7	
	kVA	5725.0	

Required Generator (N)	kW	5438.7	Please refer to LV generator specification for sizing.
	kVA	5725.0	
Required Transformer (N)	kW	5438.7	Please refer to transformer specification for sizing.
	kVA	5725.0	

Required Utility Capacity (N)	kW	5982.6	Rating with considering of 1% Tx losses.
	kVA	6297.4	

System B

	Items	Unit	Day 1	Remarks
Load (UPS Backed)	Data Hall IT Load	kW	2385.0	320 IT Cabinets – (Low (<5kW): 30% (90 racks) • Medium (5-10 kW): 15% (45 racks) • High: (10-15 kW): 51-52% (153-156 racks) • Ultra-high: (15-25 kW): 3-4% (9-12 racks)
	Data Hall Space	M2	1000.0	Fully occupied
	IT Load Density	W/M2	2385.0	IT Load Density = Total IT Load / Total White Space Required
IT UPS Load	Total UPS Output Load	kW	2385.0	UPS output load shall meet the maximum Data Hall Total IT load
	UPS Charging Current (10%)	kW	238.5	Worst case scenario considered given this is 10 percent of UPS at maximum fail over load, not 50 per cent load
	UPS Losses (6%)	kW	143.1	Design option not to apply charging whilst on generator not considered
	IT UPS Input Load	kW	2766.6	Load from UPS input side considering UPS Loosed and Charging Current
Critical Mech & Aux Load (UPS Backed)	IT CRAH-DB-1B-1X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-1B-2X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-2B-1X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	IT CRAH-DB-2B-2X	kW	33.6	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 1-PM-1B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 2-PM-1B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 3-PM-1B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 1-PM-2B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 2-PM-2B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH 3-PM-2B-1X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	CRAH-MMR-B	kW	5.1	No diversity factor applied at this level.
	Total Critical Mech & Aux Load	kW	158.7	No diversity factor applied at this level.
Mech & Aux UPS Load	Total UPS Output Load	kW	158.7	Figure cross referenced with MCC and DB schedules
	UPS Charging Current (10%)	kW	15.9	Worst case scenario considered given this is 10 percent of UPS at maximum fail over load, not 50 per cent load
	UPS Losses (6%)	kW	9.5	Design option not to apply charging whilst on generator not considered
	Mech & Aux UPS Input Load	kW	184.1	Load from UPS input side considering UPS Loosed and Charging Current
General Mech & Aux System Load (Gen Backed)	Chillers	kW	1440.0	3 Chiller is required and (1) standby
	DCS-1B-1X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-1B-2X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-1B-3X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2B-1X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2B-2X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	DCS-2B-3X	kW	69.0	No diversity factor applied at this level.
	SSDB-1B-X	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	SSDB-2B-X	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	GPLDB-1B	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.
	GPLDB-2B	kW	12.7	No diversity factor applied at this level.

	MVDB-B	kW	11.0	No diversity factor applied at this level.
	GEN 1B -DB	kW	9.0	No diversity factor applied at this level.
	GEN 2B-DB	kW	9.0	No diversity factor applied at this level.
	FUEL-1-DB-X	kW	3.2	No diversity factor applied at this level.
	Total General Mech & Aux System Load	kW	1937.1	

Misc.(1)		kW		
Misc.(2)		kW		

Total Data Centre Load	kW	4887.8	
	kVA	5145.0	Assume P.F = 0.95
Allowance for overall distribution losses [1%]	kW	5376.5	
	kVA	5659.5	

Required Generator (N)	kW	5376.5	Please refer to LV generator specification for sizing.
	kVA	5659.5	
Required Transformer (N)	kW	5376.5	Please refer to transformer specification for sizing.
	kVA	5659.5	

Required Utility Capacity (N)	kW	5914.2	Rating with considering of 1% Tx losses.
	kVA	6225.5	

تصميم مركز البيانات خطوة بخطوة

مثال لتصميم مركز البيانات يضم 160 راك

تم إجراء كافة الحسابات من أجل الإطلاق الأولي لأول غرفة خادم صغيرة .
علاوة على ذلك، يجب أن تكون غرفة الخادم الثانية مطابقة للغرفة الأولى وفقًا للخطة .
سيؤدي ذلك إلى تقليل تكلفة التصميم والشراء وتركيب المعدات
مساحة غرفة الخادم تساوي مجموع الغرفتين السابقتين، أي حوالي 80 رفًا والنتيجة هي مركز بيانات صغير
يضم 160 حاملًا.

واجه الكثيرون موقفًا حيث كان من الضروري النظر بسرعة في إمكانية بناء مركز بيانات في موقع معين .تقييم
تقريبي للخصائص التقنية للكائن المستقبلي وتكلفته؟

كقاعدة عامة

يكون لدى العميل الأسئلة التالية:

"ما مقدار المعدات التي يمكن وضعها هنا؟"

"ما هي المساحة اللازمة وقدرة الطاقة؟"

"كم التكلفة ؟"

من الواضح أنه بدون تطوير اختصاصات مفصلة، دون فهم كامل لتنوع الخيارات للحلول التقنية لتنفيذ الأنظمة
الهندسية لمراكز البيانات ودون تكوين وثائق المشروع، سيكون من الصعب الحصول على إجابات دقيقة للأسئلة
المطروحة .لكن ترتيب الأرقام، التي، في الواقع، هي التي تهتم العملاء، فمن الممكن تقييمها كإجابات مثل "20-
25 رفًا" أو "300-350 كيلوات" أو "800 ألف ريال

تسلسل الإجراءات لمثل هذا التقييم هو كما يلي:

- تحديد الطاقة المطلوبة لكل رف
- تحديد عدد الرفوف التي يمكن وضعها في المبنى المحدد
- تحديد إجمالي الطاقة التي يستهلكها مركز البيانات ومعدات individual engineering subsystems;
- تحديد المساحات اللازمة للأنظمة الهندسية للوحدات الخارجية.
- أخيرا تحديد ميزانية بناء المنشأة.

ومن الضروري النص على الفور على بعض تفاصيل هذا التقييم، وخاصة العنصر المالي. يمكن أن تختلف تكلفة النماذج المختلفة لمعدات مركز البيانات الهندسية بشكل كبير اعتماداً على العلامة التجارية وبلد الإنتاج والتقنيات والمواد المستخدمة

يمكن أن تكون الاختلافات أيضاً بسبب التكوين والخيارات الإضافية. ولذلك فإن التحديد الدقيق لتكلفة بناء مركز البيانات دون تطوير مهمة فنية وعلى الأقل دراسة أولية لحلول التصميم أمر مستحيل.

على سبيل المثال، تعتمد تكلفة نظام المراقبة بشكل كبير على متطلبات حجم المعلومات المراقبة .

على سبيل المثال، في مركز بيانات يتكون من 20 رفاً، يتم تحديد معلومات مثل درجة الحرارة والرطوبة في الممرات، ووجود الجهد عند مدخلات الطاقة .

يمكن لـ SNMP جمع البيانات من UPS و DGS ومعدات تكييف الهواء وسيتم توفير هذه المعلومات للمستخدم من خلال واجهة الويب

يمكن أن تتراوح تكلفة مثل هذا النظام بين 13-35 ألف ريال اعتماداً على الشركة المصنعة والوظائف الإضافية. لكن إذا أراد العميل مراقبة كل مجموعة من المنافذ في كل رف، ناهيك عن فحص كل منفذ أو إدارتها، فإن تكلفة نظام المراقبة يمكن أن تزيد عدة مرات، حيث أن تكلفة منفذ 20-25 وحدة مخرج مع إمكانية التحكم فقط في إجمالي استهلاك الطاقة تبدأ بأسعار مختلفة

تحديد استهلاك الطاقة لرف خادم واحد

بشكل عام، يجب أن يتم تعيين هذه المعلومة من قبل العميل، ولكن في كثير من الأحيان هو نفسه لا يفهم بوضوح ما الذي يحتاجه في هذه الحالة، يوصى بالانطلاق من الافتراضات التالية: إذا كان العميل لا يخطط لوضع هياكل سحابية أو أجهزة افتراضية أو معدات للبحث العلمي على نطاق واسع والتي "تحرف" الحسابات المعقدة، وتتضمن تثبيت معدات العميل أو أنظمة المعلومات الخاصة بك ، من المفترض أن تكون قوة الحامل 5 كيلو واط. يتم تأكيد جدوى هذا الاختيار من خلال العديد من البيانات الإحصائية الواردة من مراكز البيانات التجارية. إذا لزم الأمر، قم بزيادة الطاقة التي يستهلكها حامل واحد، ويمكن إعادة حساب عدد الرفوف التي يمكن وضعها في غرفة معينة، ويمكن إعادة حساب الخصائص الأخرى لمركز البيانات باستخدام خوارزمية بسيطة.

تحديد عدد الرفوف التي سيتم وضعها في المبنى المحدد

هنا تحتاج إلى الكثير من الخيال الهندسي. لذلك، دعونا نركز على الأماكن التقليدية. يجب أن نأخذ في الاعتبار فقط أن سعة أي غرف غير منتظمة الشكل ستكون أقل بنسبة 20-50٪ من المعتاد. لنفكر في تخطيط مركز بيانات نموذجي يضم 96 حاملاً بحجم 1000x600 مم لا يتم أخذ أماكن UPS والبطاريات بعين الاعتبار في هذه المرحلة. من أجل تبسيط الحسابات، لنفترض أن صفوف الرفوف ستكون موازية للجانب القصير من الغرفة. بالنسبة للغرف الكبيرة، من المرجح أن يؤدي هذا النهج إلى معدات تخطيط أكثر قابلية للاستخدام في غرفة التوربينات. بالإضافة إلى ذلك، فإنه يسهل الالتزام بالقيود الخاصة بالمسافة القصوى من معدات الخادم

إلى الوحدات الداخلية لأنظمة تكييف الهواء. بالنسبة للغرف الصغيرة، هذا القيد غير مهم، ويصبح الخطأ في تقدير عدد الرفوف صغيراً.



المرحلة التالية هي موقع الممرات الباردة والساخنة .

يقتصر ترتيب الرفوف على طول الممرات على الأبعاد التقليدية للألواح الأرضية المرتفعة Raised Floor وأبعاد الرفوف والمتطلبات المريحة لعرض الممرات بين الصفوف. كقاعدة عامة، أبعاد ألواح الأرضية المرتفعة هي 600x600 مم، وأبعاد (العرض×العمق) لأرفف الخادم - 800-600 x 1200-800 مم. بقدرته تصل إلى 5-7 كيلووات، يعتبر عرض الممر البارد مساوياً لعرض صفين من ألواح التهوية، وعرض الممر الساخن 1000 مم للرفوف التي يبلغ عمقها أيضاً 1000 مم. بالطبع، عند اختيار عرض الممرات بين صفوف الرفوف، هناك الكثير من الاختلافات الممكنة. من الممكن تقليل الممر الساخن إلى 800 ملم وحتى 600 ملم، وذلك باستخدام أبواب متأرجحة مزدوجة من الممكن تثبيت الأعمدة ليس على طول خط تقاطع صفين من ألواح الأرضية المرتفعة. ولكن هذا كل شيء، وينبغي النظر في هذه الخيارات فقط في سياق التصميم التفصيلي، عندما لا يكون هناك مساحة لوضع المعدات.

يتم وصف ترتيب صفوف الرفوف على النحو التالي:

- 3.2 م على الأقل لصف واحد من الأعمدة؛
- 5.2 م على الأقل لممر بارد كامل (أي ممر بارد، و صفين من الرفوف، وممرين ساخنين)؛
- كل ممر بارد تالي (صفين من الرفوف، وممر بارد وممر ساخن) - بالإضافة إلى 4.2 م؛
- كل صف تالي من الرفوف (والممر البارد) يزيد عن 2.2 متر.

بناءً على هذه البيانات، غرفة تقييم السعة الأولية، يمكنك حساب عدد الممرات الباردة N (صفين من الرفوف لكل ممر)، والتي يمكن وضعها في غرفة بطول معين L، باستخدام الصيغة:

$$N = (L - 5,2) / 4,2 + 1$$

الآن دعونا نحسب عدد الرفوف التي يمكن وضعها في كل صف. افترضنا أن عرض الحامل هو 600 ملم، على التوالي، وسيكون عرض كل صف 0.6 x K، حيث K هو عدد الرفوف في الصف. بالإضافة إلى ذلك، في

نهاية كل لوحة مفاتيح كهربائية بعمق 300-400 ملم. بعد ذلك، من الضروري توفير ممر لمرور الأفراد وحمل المعدات بعرض لا يقل عن 1000-1200 ملم ووضع الوحدة الداخلية لنظام تكييف الهواء بعمق 800-900 ملم.

ونتيجة لذلك، يشغل ما يقرب من 2-2.4 متر على الجانب القصير من الغرفة ممرًا للمرور وتكييف الهواء واللوحه الكهربائيه، ويمكن استخدام المساحة المتبقية لترتيب رفوف الخادم يمكن تحديد عدد الرفوف في الصف من خلال الصيغة التالية:

$$K = (S - 2,4) / 0,6,$$

حيث S هو عرض الغرفة على سبيل المثال، إذا كان عرض الغرفة $S = 9.6$ م، فإن عدد الرفوف في الصف سيكون

$$(9.6 - 2.4) / 0.6 = 12.$$

ومع ذلك، يجب أن نتذكر أن الرف الأخير في الصف يوصى بوضعه على مسافة لا تزيد عن 10-12 مترًا من وحدة تكييف الهواء. يرجع هذا القيد إلى الخصائص الفيزيائية لتوزيع الهواء في الأرضية. هذه الأرقام ليست ثابتة وتعتمد على ارتفاع الأرضية المرتفعة، ووجود عوائق أمام تدفق الهواء، وضغط مكيف الهواء، ولكن في معظم الحالات النموذجية، يمكن أخذها كأساس. مع وجود مسافة بين الرف الأخير والمكيف أكثر من 10-12 مترًا منك، يجب توفير مساحة لترتيب الصف الثاني من مكيفات الهواء (+ 2 متر لعرض القاعة).

ونتيجة لذلك، حصلنا على أنه في مركز البيانات الافتراضي الخاص بنا بحجم 9.6×19 م يمكن أن يستوعب $12 \times 4 \times 2 = 96$ حاملًا بأبعاد 1000×600 مم، ويتزامن هذا الحساب مع حل التخطيط الأصلي.

المساحة اللازمة في مركز البيانات مشغولة بعدد من الغرف الأخرى:

- Ramps and columns.
- UPS and AGPT systems.
- cross-country premises.
- Main switchboard of the data center.
- Refrigeration center

على وجه الخصوص، وفقًا للتقديرات التقريبية، تصل المساحة المطلوبة لموقع UPS ولوحات المفاتيح الرئيسية إلى 20% من مساحة قاعات الداتا سنتر بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤثر كثافة المعدات على عوامل مثل زيادة وقت استقلالية UPS والحوامل الفردية: زيادة الطاقة من 5 كيلووات إلى 10 كيلووات ستؤدي إلى زيادة في المساحة الأرضية لغرف الآلات والغرف التقنية داخل المبنى بمقدار 40-60%

تقدير السعة الإجمالية لمركز البيانات

لنبدأ، لنجري تقييماً عالي المستوى لإجمالي الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة لمركز البيانات استناداً إلى عدد الرفوف المحسوبة في المرحلة السابقة ومتوسط سعة حامل الخادم. لتبسيط الحسابات، سنقوم ببعض الافتراضات "التوجيهية".

على وجه الخصوص يمكن أن نفترض التالي :-

نفترض أن خسائر UPS هي 8-10%

استهلاك نظام تكييف الهواء – 35% من استهلاك الحامل و UPS لأنظمة الفريون و 45% لأنظمة التبريد

استهلاك الأنظمة الهندسية الأخرى – 5% من استهلاك الرفوف و UPS

يتم حساب إجمالي الحد الأقصى لاستهلاك مركز البيانات (P-total) من الصيغة التالية:

$$P_{total} = \text{number of racks} \times \text{rack power} + \text{UPS loss} + \text{consumption of the air conditioning system} + \text{consumption of other systems.}$$

لنفترض أن لدينا 30 رفاً بقوة 6 كيلووات لكل منهما في هذه الحالة:

- IT equipment consumption = $30 \times 6 = 180 \text{ kW}$
- UPS losses = $180 \times 0.08 = 14.4 \text{ kW}$
- Total UPS Consumption + Racks = $180 + 14.4 = 194.4 \text{ kW}$
- Freon air conditioning system consumption = $194.4 \times 0.35 = 68.04 \text{ kW}$
- Consumption of other systems $194.4 \times 0.05 = 9.72 \text{ kW}$
- **Total data center consumption = $194.4 + 68.04 + 9.72 = 272 \text{ kW}$.**

تقييم قدرة نظام تكييف الهواء وأبعاده إجمالي قدرة التبريد لنظام تكييف الهواء (Pk) ويتم حسابها وفقاً للصيغة:

$$Pk = (\text{IT equipment consumption} + \text{UPS loss}) \times 1.1, \text{ where } 1.1 - \text{this is a reserve.}$$

وفي الوقت نفسه، ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن قدرة مكيف الهواء الفريون بخزانة واحدة تبلغ في المتوسط 90-10 كيلو واط

يتم إنتاج مكيفات الهواء بقدرة تصل إلى 40-50 كيلووات تقليدياً بتصميم أحادي الدائرة، مما يعني وجود ضاغط واحد، وبالتالي وحدة خارجية واحدة.

تكييف الهواء بقدرة تزيد عن 40-50 كيلووات – وهي بالفعل آلات ذات دائرة مزدوجة (أي ضاغطين ووحدين خارجيتين).

متوسط أبعاد الوحدات الداخلية لمكيفات الهواء الفريون موضحة في الجدول التالي (بالنسبة لمختلف الشركات المصنعة، هذه قد تختلف بشكل ضئيل)

Мощность, кВт	Габариты, мм
20–25	2000×1000×900
26–33	2000×1400×900
35–48	2000×1800×900
50–65	2000×2100×900
70–90	2000×2500×900

يبلغ حجم الوحدة الخارجية لمكيف الهواء بقدرة 40-50 كيلووات حوالي 0.8-1.0×2.0-2.5 م. المساحة المطلوبة لتكوين وحدة خارجية بقدرة 40-50 كيلووات هي 4 متر مربع. م. (1.5×2.5)

استنادا إلى تجربة المشاريع المكتملة يمكن الافتراض أنه مطلوب 30-35% من مساحة machine room مركز البيانات لوضع الوحدات الخارجية لمكيفات الهواء الفريون.

حساب سعة وحدات المولد والUPS

يتم اختيار نموذج UPS عموماً بناءً على السعة التي تستهلكها معدات الخادم، مع مراعاة قيم $\cos(f)$ ، والتي تبلغ في المتوسط 0.85-0.95. تختلف قيمة $\cos(f)$ وفقاً للعلامة التجارية وطرزات المعدات

مع قدرة مولد الديزل، فإن الوضع أكثر تعقيداً إلى حد ما. لبدء التشغيل الناجح لمولد الديزل في الحالة التي يكون فيها أحد الأحمال عبارة عن UPS ، يجب أن يؤخذ في الاعتبار معامل الاتفاق (multiplier)، الذي يكون في حدود 1,2-2. يرجع هذا المتطلب إلى عدم خطية حمل UPS ، والذي يمكن أن يوفر مقاومة كبيرة لبدء تشغيل مولد الديزل .

قامت وحدات UPS الحديثة، المبنية على ترانزستورات IGBT ، بتقليل هامش الطاقة المطلوب عند DGS ، مما أدى إلى تقليل عامل التنسيق إلى 1.2-1.5. ومع ذلك، قد تختلف الشركات المصنعة المختلفة

لتقليل مخاطر اختيار مولد الديزل غير الكافي من الطاقة، في الحسابات الأولية أوصي بأخذ معامل الاتفاق

يساوي 1.4

يتم حساب قدرة UPS وفقاً للصيغة:

$$P_{UPS} (kVA) = \text{Number of Racks} \times \text{Rack Power (kW)} / \cos(f).$$

The value of $\cos(f)$ is chosen to be equal to 0.9.

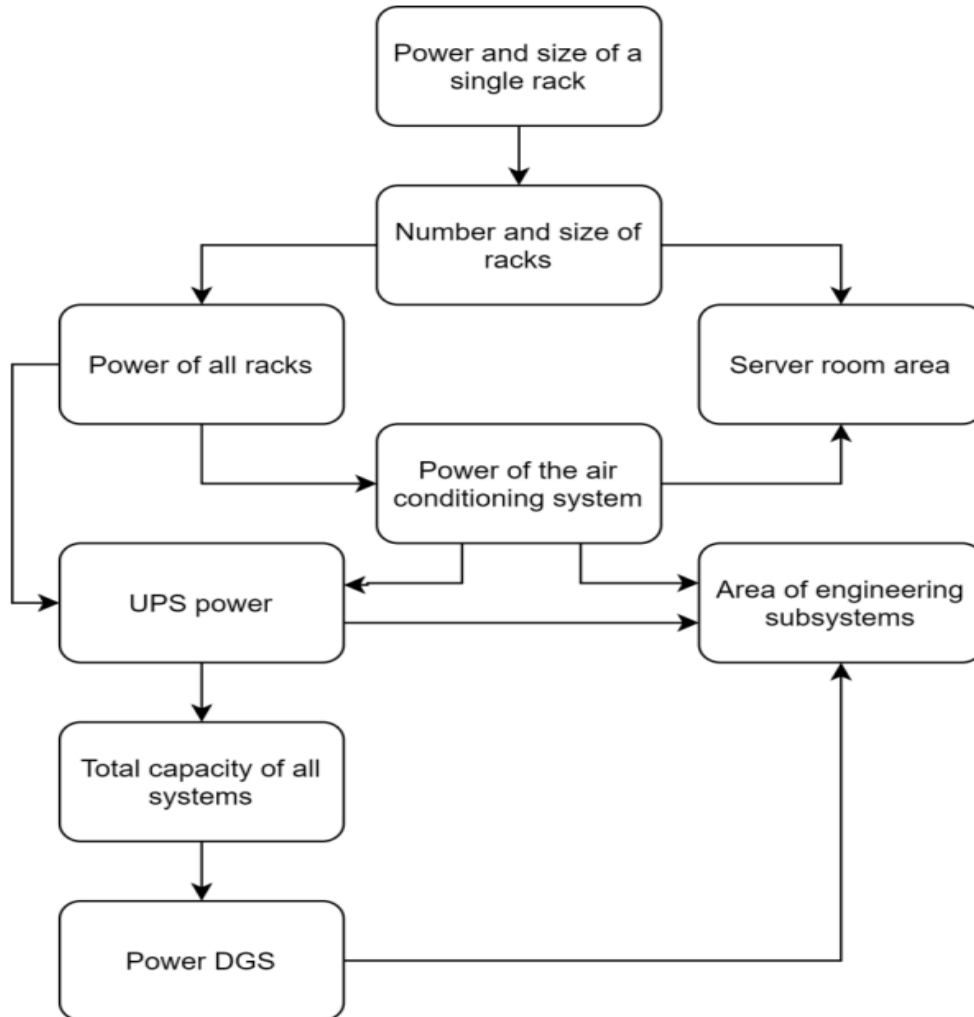
يتم حساب قدرة مولد الديزل وفقاً للصيغة:

$$P_{dgs} (kVA) = P_{ups} (kVA) \times 1.4 + \text{air conditioner consumption (kW)} / 0.7.$$

In this case, 0.7 is the typical value of $\cos(f)$ Air conditioners.

التصميم الخوارزمي لمشروع (الداتا سنتر)

في عملية جمع المعلومات، قمت بإنشاء خوارزمية لتصميم مركز البيانات كالشكل التالي تم تصميم الخوارزمية لهذا المشروع فقط ولا تقتصر على مساحة أي مبنى أو قطعة أرض، وبالتالي قد تختلف عند تصميم مركز بيانات آخر. بعد ذلك، سيتم تحليل التفاعلات التي تم إنشاؤها وشرحها



كما يتبين من الخوارزمية، ترتبط جميع أنظمة مراكز البيانات ارتباطاً وثيقاً ببعضها البعض. بدءاً من المؤشرات الأولى وهي الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة (كيلوواط) لكل رাক في غرفة الخادم المستقبلية. لذلك، عند التخطيط لمركز بيانات، يجب أولاً تحديد هذه المعلومة بعد ذلك، تحديد عدد الرفوف (N) التي من المقرر أن تكون موجودة في غرفة الخادم. استناداً إلى عدد الرفوف والطاقة لكل رف، يمكن حساب المقدار الإجمالي الذي ستستهلكه غرفة الخادم عند التحميل الكامل (PSr).

من السهل جداً حساب قوة نظام تكييف الهواء، حيث يتم تحويل كل الطاقة التي تستهلكها المعدات الموجودة في الرفوف تقريباً إلى حرارة، ويجب أن تكون قدرة التبريد لجميع مكيفات الهواء (PCS) مساوية لهذه القيمة على الأقل، والأفضل أكثر.

باستخدام مؤشرات مثل حجم الرفوف وعددها والمسافة بين الرفوف وكذلك اختيار قوة وعدد مكيفات الهواء الداخلية، يمكن حساب المساحة التقريبية لغرفة الخادم.

لحساب المسافة بين الرفوف، عادة ما تأخذ بلاط الأرضية المرتفع، الحجم القياسي الذي يبلغ 600×600 ملم.

بعد معرفة مقدار استهلاك غرفة الخادم ونظام التبريد، يجب اختيار UPS (مصدر الطاقة غير المنقطعة) بالطاقة المطلوبة (kVA) لضمان توفير الطاقة غير المنقطعة للمعدات.

حسب هذا المشروع، لن تكون وحدات UPS موجودة في غرفة الخادم، وبالتالي فهي لا تؤثر على مساحتها ولن تولد حرارة إضافية مما قد يؤثر على حساب قدرة التبريد لمكيفات الهواء الآن يمكن حساب مقدار استهلاك مركز البيانات بجميع الأنظمة الهندسية (POv) ، مما يمنحنا فهمًا لمقدار الطاقة التي تحتاجها مجموعة مولدات الديزل.

بعد اختيار جميع الأنظمة الهندسية اللازمة للخصائص المحددة، يبقى فقط حساب مقدار المساحة التي ستشغلها الأنظمة الفرعية الهندسية لهذه المعدات

التصميم باستخدام خوارزمية التصميم، يمكنني المتابعة مباشرة إلى التصميم. أخذت الخصائص التالية كأساس

Data center (Tier III)		
Parameter	Unit	Value
Power 1 rack	kW	10
Sizes 1 rack	mm	800x1000
Number of racks		40
Raised floor tile	mm	600x600

أشرت أيضًا إلى أن مركز البيانات المخطط له سيتعين عليه تلبية متطلبات شهادة معهد Uptime باعتباره المستوى الثالث. أدناه سيتم وصف باختصار حول هذا المستوى.

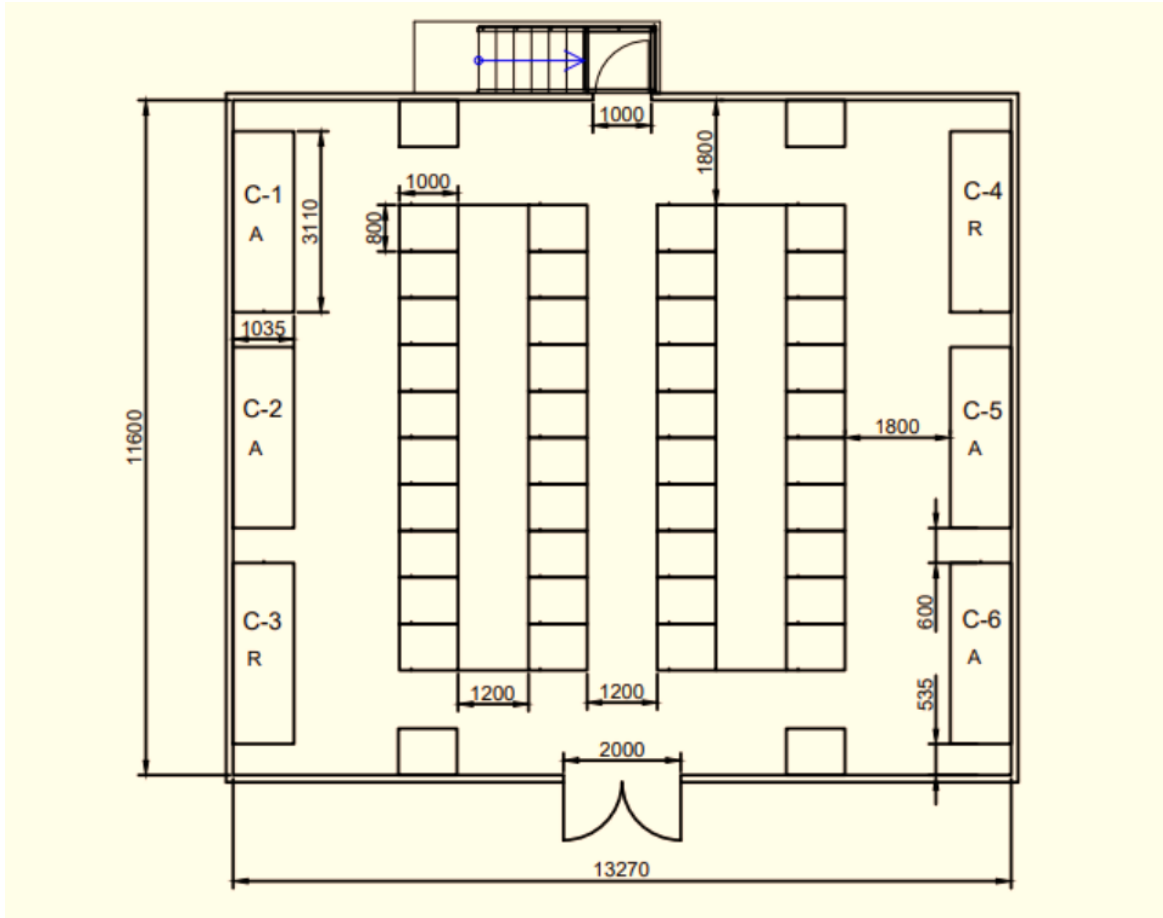
المستوى الثالث يتوافق مع هذا المعيار.

- ينبغي أن يقع مركز بيانات المستوى III في منطقة ذات سياج ، ويحتل مبنى منفصلاً.
- يمكن لمراكز بيانات المستوى الثالث إجراء عمليات مجدولة (الإصلاحات والصيانة) دون إيقاف مركز البيانات. هذا ممكن بسبب ازدواجية الأجهزة النشطة.
- بالإضافة إلى ذلك، يتم تكرار أنظمة التوزيع: إمدادات الطاقة، وقنوات الاتصال، وخطوط أنابيب التبريد. ويتم إصلاح المعدات التي تعطلت أو تغييرها خلال مدة أقصاها أربع ساعات.
- تتم مراقبة مكونات البنية التحتية لمركز البيانات من هذه الفئة على مدار الساعة.

وهكذا باستخدام الصيغة $PSr = Pr \times n$ يمكن إيجاد مساحة لاستهلاك الخادم:

$$PSr = 10 \text{ kW} \times 40. \quad \text{Total: } PSr = 400 \text{ k}$$

هذا هو مقدار استهلاك الأجهزة عند أقصى كثافة تحميل لرفوف الخادم. $PSr = 400 \text{ kW}$.



أولاً:- وحدات الطاقة الغير منقطعة Uninterruptible power supply

عند حساب سعة الطاقة الغير منقطعة ، من الضروري النظر في ما سيتم تزويده بالطاقة دون انقطاع. إذا كان فقط جهاز الخادم، فهو يكفي استخدام الصيغة

$$PU = PSr \div 0.9$$

حيث PU هي الطاقة الإجمالية لوحدات UPS ، و 0.9 هي معامل القدرة لأجهزة الخادم. لكن في هذا المشروع يتم تشغيل المكيفات أيضاً عن طريق UPS ، لذا ستبدو الصيغة كما يلي :

$$PU(c)=PSr \div 0.9 + PCs(p) \div 0.7$$

حيث 0.7 هو عامل القدرة لمكيفات الهواء؛ $PCs(p)$ هي قوة وحدات نظام التبريد الداخلي والخارجي. في المقام الأول، علينا إيجاد $PCs(p)$ وجمع القيم من الجداول أعلاه. بالنسبة للوحدة الداخلية أربع مراوح بقدرة 7.8 كيلووات، ويبلغ الاستهلاك الإجمالي للوحدة الخارجية 38 كيلووات.

$$PCs(p)=(7.8 \text{ kW} \times 4) \times 4 + 38 \text{ kW} \times 4$$

$$\text{Result: } PCs(p)=276.8 \text{ kW}$$

ثم يمكن البدء في حساب الطاقة المطلوبة لـ UPS.

$$PU(c)=400 \text{ kW} \div 0.9 + 276.8 \text{ kW} \div 0.7$$

$$\text{Result: } PU(c)=839.4 \text{ kVA}$$

وبما أن مركز البيانات سيحتوي على خطي كهرباء مستقلين، فسيتم توزيع الحمل تقريباً إلى قسمين

$$PA=PB=PU(c) \div 2.$$

$$PA=PB=839.4 \text{ kVA} \div 2$$

$$\text{Result: } PA=PB=419.7 \text{ kVA}$$

لقد تم اختيار UPS Uniblock UBT 500 من PILLER تتمثل مزايا هذا الحل في توفير المساحة، نظرًا لأن UPS منفصل عن DGS. في الشكل الكلاسيكي، يتم تجميع UPS مع DGS ، وتسمى هذه التركيبات DDUPS مصدر الطاقة الديناميكي غير المنقطع بالديزل

Table 5. Technical parameters of Uniblock UBR 500

Uniblock UBR 500	
Output	
Rated power	500 kVA
Rated active power	400 kW
Rated current	722 A
Rated voltage	400 / 231 V \pm 5% (adjustable)
Rated frequency	50Hz (\pm 0.1% static self-controlled / \pm 1% on mains / \pm 1% dynamic
Power factor	0.8
Efficiency	Up to 96%
Input	
Rated voltage	400 / 231 V
Rated frequency	50 Hz \pm 5%
Current distortion	3%
Cos φ mains 1	0.84 ind.
Cos φ mains 2	0.95 - 1
General data	
Width	2740 mm
Depth	985 mm

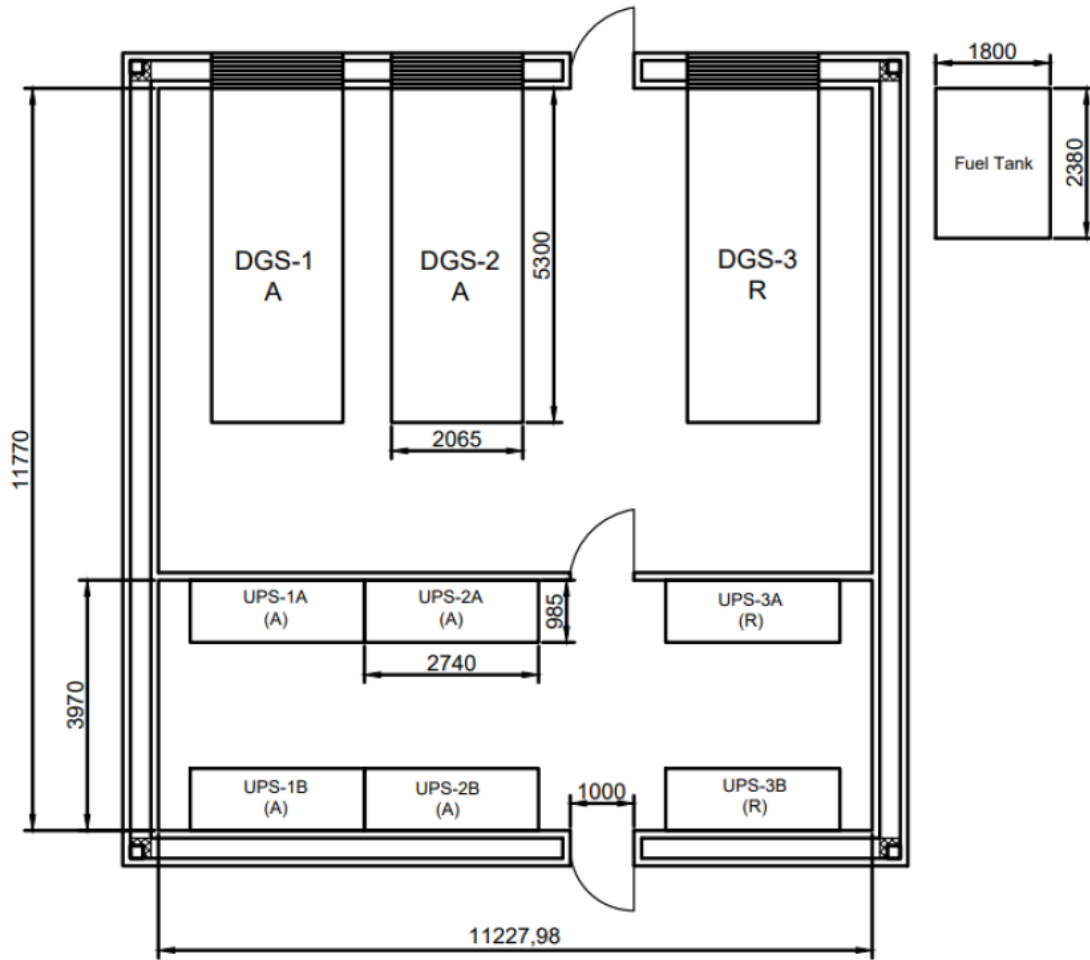
لذلك، يمكن لوحدة UPS واحدة ضمان التشغيل المتواصل لغرفة الخادم لمدخل واحد. ومع ذلك، سيكون هناك وحدتي UPS واحتياطي واحد لكل خط كهرباء، ليصبح المجموع ثلاث وحدات UPS لكل مدخل وست وحدات UPS في المجموع. لا ينبغي تحميل UPS بأكثر من 40 - 50% على خط طاقة واحد، بحيث إذا تم نقل حمل

مركز البيانات بالكامل إلى خط طاقة واحد، يمكن لمجموعة UPS الخاصة بخط الطاقة هذا أن تعمل بشكل طبيعي دون الحمولة الزائدة. كل هذا سيضمن تحملاً جيداً للخطأ في نظام إمداد الطاقة بمركز البيانات في الرسم أدناه

UPS-1A, UPS-2A and UPS-3A power-line A.

UPS-1B, UPS-2B and UPS-3B power-line B.

(A) – Active; (R) – Reserve.



ثانيا :- وحدة المولد Diesel generator set

مجموعة مولدات الديزل هي الأمل الأخير لمركز البيانات عندما تختفي الشبكة من خطوط الكهرباء الرئيسية تمامًا لبداية ناجحة لـ DGS ، في حالة وجود أحد الأحمال هو UPS ، يجب أن يؤخذ في الاعتبار معامل المطابقة (multiplier) coefficient والذي يتراوح من 1.2 إلى 2 يرجع هذا المتطلب إلى عدم خطية حمل UPS ، والذي يمكن أن يوفر مقاومة كبيرة لبدء تشغيل محرك الديزل.

ولذلك، فإن حساب قوة DGS أكثر تعقيدًا قليلاً مما قد يبدو. لا يمكن أن تؤخذ فقط الطاقة الإجمالية التي يستهلكها مركز البيانات وتساويها مع قوة DGS ، على الأرجح لن ينجح هذا. ومع أخذ ذلك في الاعتبار، ينبغي استخدام الصيغ التالية

$$PDGS(c) = PU(c) \times 1.4 + PCs(p) \div 0.7$$

$PDGS(c)$ is the calculated power of the DGS.

1.4 is the matching coefficient.

ومع ذلك، يتم تشغيل مكيفات الهواء عبر UPS ويتم أخذ استهلاكها للطاقة في الاعتبار بالفعل في حسابات UPS، لذلك يتم تبسيط الصيغة

$$PDGS(c) = PU(c) \times 1.4$$

$$PDGS(c) = 839.4 \text{ kVA} \times 1.4$$

$$\text{Result: } PDGS(c) = 1175.16 \text{ kVA}$$

وقع الاختيار على شركة Perkins DGS AD-800-T400

سيكون هناك ثلاثة DGS بقدرة 1000 كيلو فولت أمبير لكل منهما، اثنان DGS-1 و DGS2 نشطان وواحد DGS-3 احتياطي. نحصل على الطاقة الإجمالية لـ DGS النشط:

$$PDGS(t) = 1000 \text{ kVA} \times 2$$

$$\text{Result: } PDGS(t) = 2000 \text{ kVA}$$

سيتم توصيل جميع DGS الثلاثة بالتوازي. ولكن إذا لزم الأمر، سيتم تشغيل اثنين فقط، وسيكون DGS الثالث احتياطي في الرسم أعلاه، تم وضع علامة عليها ك - A نشطة؛ R - احتياطي.

DGS AD-800-T400	
Main characteristic	
Main power	800 kW / 1000 kVA
Reserve capacity	880 kW / 1100 kVA

Type of current	AC, 3 - phase
Rated frequency	50 Hz
Rated voltage	400 V
Rated current	1440 A
Power factor, cos φ	0.8
Расход топлива	
At 100% power	204.9 l/h
At 75% power	154.4 l/h
At 50% power	105.8 l/h
Autonomous operation from the built-in fuel tank, at 75% power	2.6 h
Fuel efficiency – the cost of diesel fuel for generation of 1000 kWh of electrical energy	257.3 l
Заправочные емкости	
Fuel tank	400 l
Cooling system	143 l
Lubrication system	153 l
Rechargeable batteries	2 x 250 Ah
Открытое исполнение ДЭС	
Size, L x W x H	5300 x 2065 x 2165 mm
Weight	8500 kg

المساحة التي تشغلها UPS و DGS هي

$$STr=11.22\text{ m}\times11.77\text{ m}$$

حيث STr هي مساحة الغرفة الفنية

$$\text{Result: } STr=132.14\text{ m}$$

وفقاً للمستوى III ، يجب أن تحافظ DGS على التشغيل المستمر لمركز البيانات لمدة 12 ساعة. وهذا يتطلب منشأة لتخزين الوقود تحت الأرض للحساب، يتم أخذ متوسط استهلاك الوقود لثلاثة DGS عند حمولة 50٪ وضربها بالفترة الزمنية المطلوبة.

$$VFT=105 \times l/h \times 3 \times 12\text{ h}$$

$$\text{Result: } VFT=3780\text{ l}$$

تم اختيار سعة الخزان 5000 لتر. تبلغ أبعاد السعة: $2350 \times 1800 \times 2380$. وستكون الحاوية موجودة تحت الأرض. المساحة المحتلة تساوي:

$$SFT=2.38\text{ m}\times1.8\text{ m}$$

$$\text{Result: } SFT= 4.28\text{ m}$$

ثالثا:- Single-line diagram

فيما يلي رسم ال Single-line diagram لمشروع الداتا سنتر

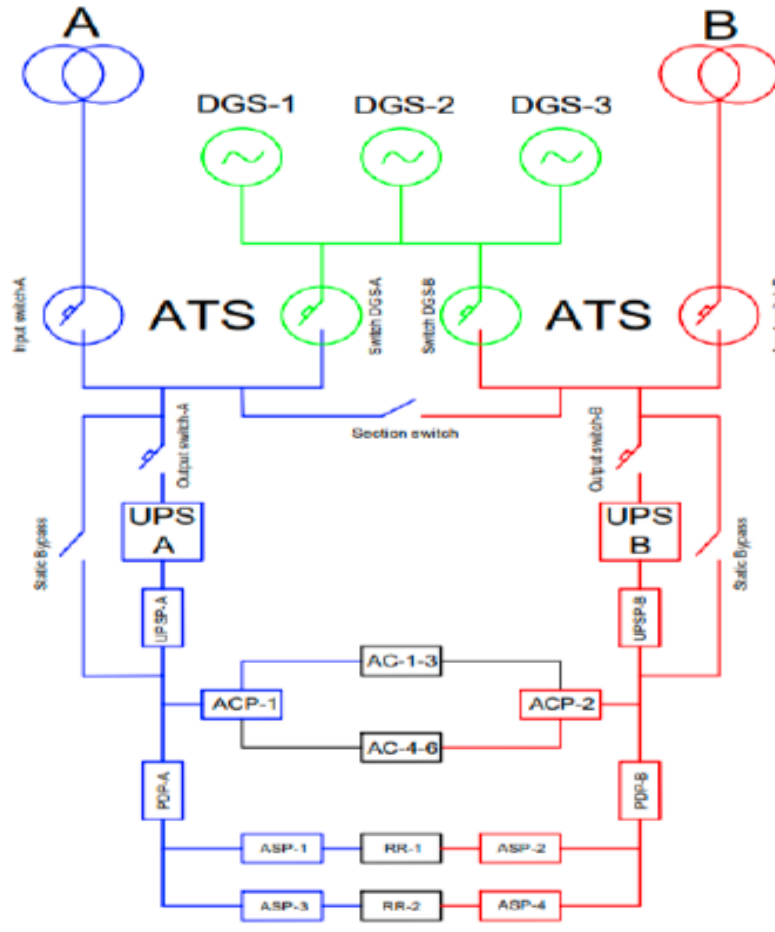


Figure 9. Single-line diagram

Legend:

- A (blue), B (red) - main power-line inputs
- DGS (green) - Diesel Generator Set
- ATS - Automatic Transfer Switch
- UPS - Uninterruptible Power Supply
- UPSP - Uninterruptible Power Supply Panel
- ACP - Air Cooling Panel
- AC - Air Conditioner
- PDP - Power Distribution Panel
- ASP - Automatic Switch Panel

وفقا لهذا المخطط، يمكن التأكد من أن جميع الأنظمة مزودة بخطتين مستقلتين للطاقة

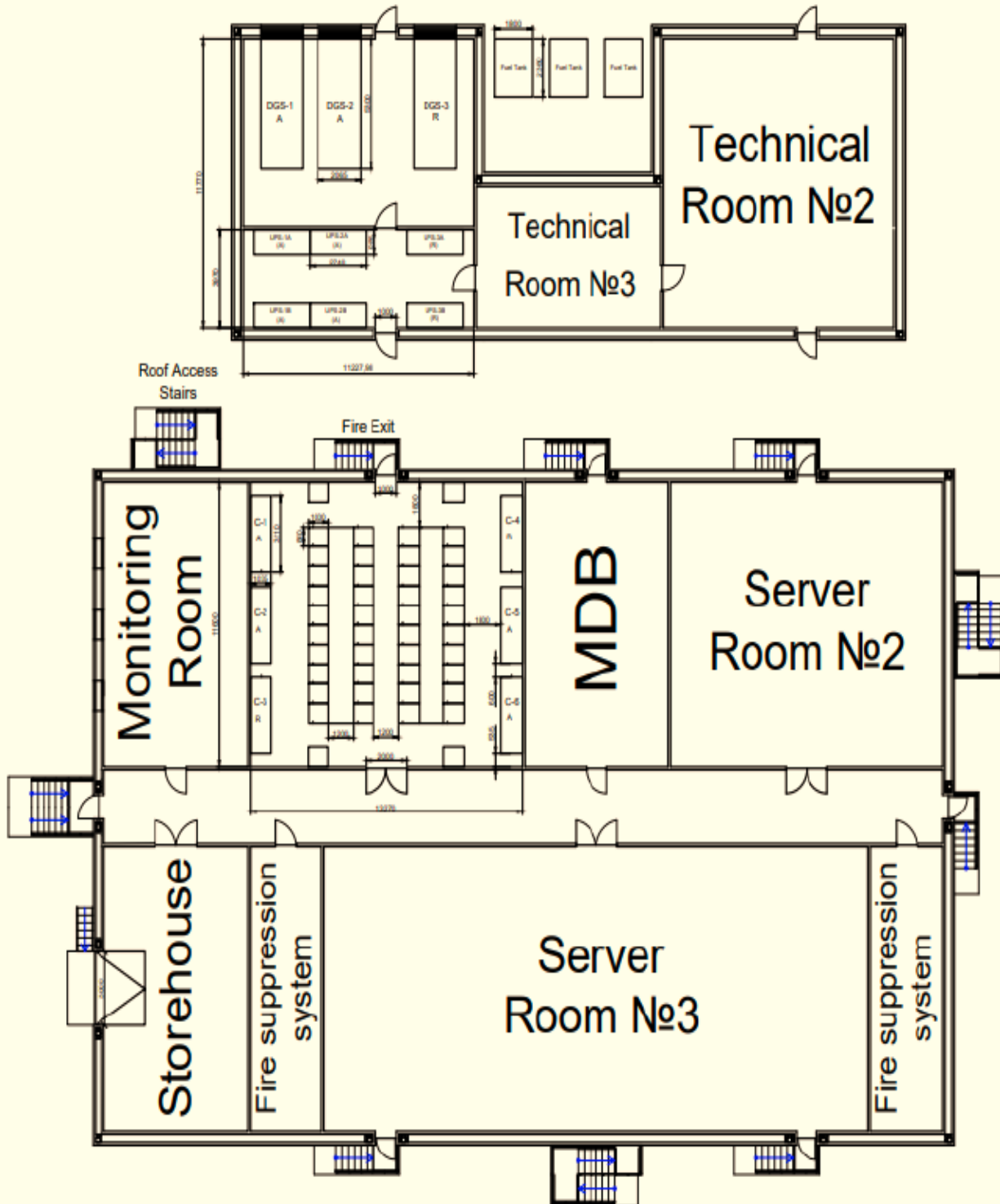
.يتيح ذلك زيادة كبيرة في مستوى تحمل الأخطاء وموثوقية مركز البيانات .كما يتطلب أيضاً شهادة المستوى الثالث. كما هو مذكور أعلاه، يتم توفير الطاقة من خطي طاقة مستقلين إلى المحولات التي تحول الجهد إلى القيم المطلوبة البالغة 400 فولت.

علاوة على ذلك، تقوم المفاتيح الأوتوماتيكية بمفتاح الإدخالA-، ومفتاح الإدخالB-، ومفتاح DGS-A، ومفتاح DGS-B. يتم التحكم فيها بواسطة اثنين من ATS، واحد لكل مدخل خط كهرباء، على التوالي .

في حالة فقدان الجهد أو تعارضه مع نطاقات تشغيل UPS على أحد خطوط الكهرباء، يقوم نظام ATS بقطع الطاقة عن كهرباء الشبكة العامة ويبدأ تشغيل DGS. بعد أن يصل DGS إلى سرعة العمل، يقوم ATS بتشغيل المفتاح الأوتوماتيكي القادم من DGS، وبالتالي ضمان إمداد الطاقة دون انقطاع وتشغيل المعدات.

ثم هناك مجموعات UPS، والتي تعمل عادة كمرشح، معادلة القيم اللازمة للتيار

.لكن الوظيفة الرئيسية لـ UPS هي توفير الوقت اللازم لبدء تشغيل DGS في حالة حدوث انقطاع مفاجئ في الجهد - UPSP. لوحة لإدارة مجموعة UPS.



مشاريع متنوعة من مراكز البيانات

مثال عن تصميم داتا سنتر في أحد الأماكن بناء على طلب العميل وكانت مواصفاتها كالتالي

power density/rack is in the range: 4-6 or 5-9 kW/rack for servers and storage devices, and 1-4 kW/rack for network devices

من المفترض أن يكون موقع تركيب DC في منطقة عالية التقنية حيث يتم حالياً تشغيل العديد من مراكز الداتا سنتر الأخرى. تم التحقق من جميع القيود والافتراضات وفقاً لسعة التصميم ومعدل الإشغال ومستوى الطبقة، كما هو موضح في الجدول التالي

Data Hall area: 300 m ² 2 nd floor in a building of 6 floors, floor dimension (H x L x D) to be used: 6 x 30 x 15 m
Data center IT capacity: ~500 kW, adaptable from 300 kW to 500 kW About 100 Racks: Server, Storage and Network IT equipment (Network Racks attribution: 20%)
Target availability: Tier-3 (Uptime Institute Tier rating guideline) Redundancy design for increased availability and concurrent maintenance
Target annualized PUE at 100% load: 1.6
Regional voltage and frequency: 22/0.4 kV, 50Hz
Integrated room-based air distribution (CRAC, air-cooled) Cooling system: precision air-conditioner with variable-speed compressors to increase efficiency.
Raised floor height of 750 mm to create enough open space under-floor tiles to help cold airflow travel to the Rack in the data hall; is also the space containing the power lines. Perforated tiles have 25% - 35% open.

حساب الأحمال الحرجة لتكنولوجيا المعلومات IT

No	Item	Data Required	Load calculation	Remark
Critical Load - IT power consumption (kW)				
1	Server and Storage Rack	Average power density/rack	Power requirement (kW)	Average power density based on best practice design for small DC
1.1	60 x Server Rack	5 kW/rack	300	Actual load
1.2	20 x Server Rack	7 kW/rack	140	Redundance design for scalable IT capacity
3	16 x Network Rack	3 kW/rack	48	Planning for 02 x network rack-rows
4	Total critical IT load (kW)		488	<i>in IT Space-data Hall</i>

تخطيط حمل تكنولوجيا المعلومات:

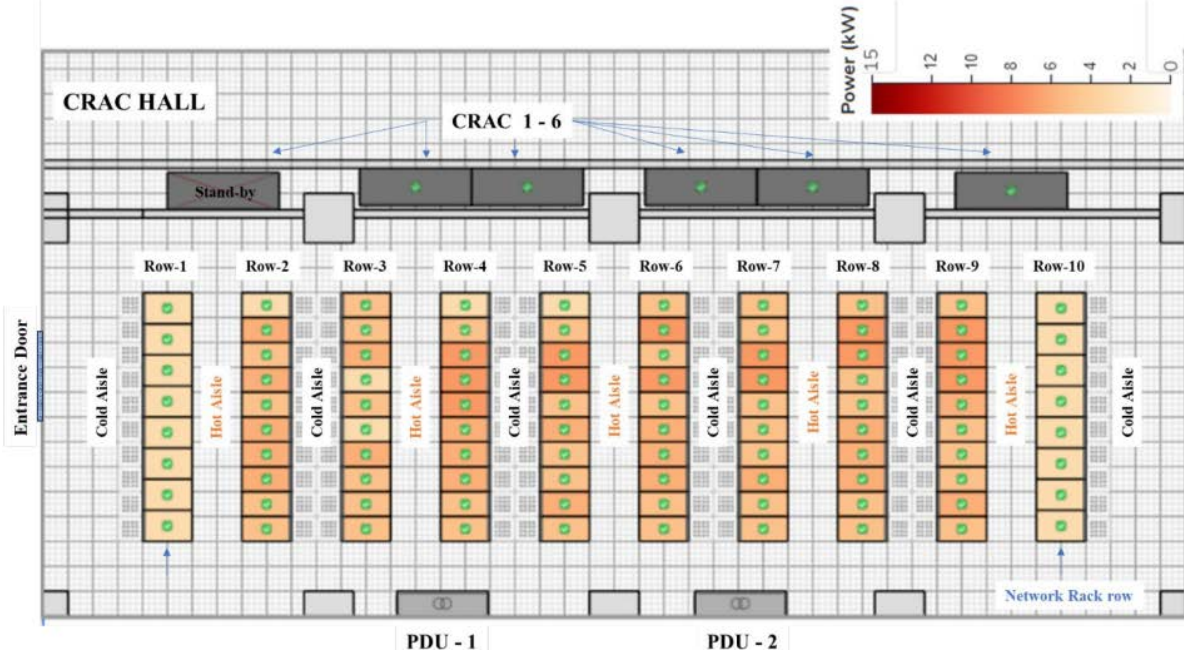
- مصدر طاقة مزدوج يأخذ 50%50% على كل مسار توزيع، بمقدار 2 PDU إلى معدات تكنولوجيا المعلومات.
- متوسط كثافة الحمل لكل حامل يستخدم كمعلومة إدخال أساسية. عدد الرفوف مضروبًا بالكيلوواط لكل رف يساوي إجمالي سحب الطاقة من UPS الذي سيحدد حجم ATS والمولدات والمحولات على التوالي.
- يتم تحديد تكوين غرفة تكنولوجيا المعلومات من خلال عدد الرفوف في كل صف، وعدد الصفوف، لكل غرفة من غرف تكنولوجيا المعلومات.
- يظهر معامل القدرة في الوقت الحاضر أعلى من 0.95 ويلاحظ أنه عند تحديد أجهزة تكنولوجيا المعلومات، يجب التحقق من سعة كل جهاز (الخادم، التخزين، الشبكة) من حيث الطاقة النشطة (kW)، والطاقة التفاعلية (kVA)، والحد الأقصى للتيار (amps)
- يتم عرض إجمالي طاقة تكنولوجيا المعلومات المطلوبة للداتا سنتر في الجدول التالي مع 16 رفًا مخصصًا لرفوف الشبكة والباقي مخصص لرفوف الخادم والتخزين.
- انظر الشكل التالي للحصول على معلومات تفصيلية عن ترتيب رفوف الداتا سنتر

أحمال التكييف

No	Item	Data Required	Calculation	Subtotal (kW)	Remark	
I	Heat load Consumption - Cooling device selection for 96 IT racks					
1	Heat load by IT rack	Rating of each IT device	IT electricity consumption	# 1	488.00	Referred to Table 3
2	PDU (Power Distribution Unit)	PDU nominal power rating - Power system rating	(0.02 * Power system rating)	# 2	9.76	
4	Lighting heat load	Total floor area - DC floor area (m2)	(0.0215*data hall floor area)	# 3	5.68	
6	Operators	Number of people working in the room	(100/1000*max Personnel)	# 4	0.50	
	Total cooling capacity requirement		(# 1 + # 2 + # 3 + # 4)	# 5	≥ 494.18	
	Cooling capacity selection: 05 x CRACs in operation and 01 x CRAC in stand-by (N+1 redundancy). Required cooling capacity as referenced as <i>sensible capacity</i> : 100 kW/unit. Extreme outdoor climate design conditions are often used to select the <i>sensible cooling</i> delivered by the CRAC units. In Hoa Lac, the extreme outdoor temperature can be referred as 41.1°C maximum in 2021 (for a statistic of 20-year return period values of extreme temperature) [ASHRAE (2021)].					

أحمال الكهرباء

No	Item	Data Required	Calculation	Sub-total (kW)		Remark
I	Power Requirement – IT Critical load in Data Center (KW)					
1	Critical load- sizing (IT load)	Rating of each IT device	Based on average power density/rack	# 1	488.00	With 96 IT racks
2	Peak power draw due to variation in critical loads	Total steady state critical load power draw	(# 1) *1.05	# 2	512.40	Assumption: redundancy of 5% over-rating for safety factor
3	UPS inefficiency and battery charging	Actual Load + Future Loads (in kW)	(# 1 + # 2 + # 3) *0.25	# 3	139.35	Powe reservation for Battery charging: 20% of UPS rating. UPS efficiency at ≥ 95%
	Total power to support electrical demands		(# 2 + # 3 + # 4)	# 4	651.75	About 50% total DC's power consumption
II	Power Requirement - Cooling (KW)					
						Cooling in Data
1	Total power to support electrical and cooling demands	Total from # 4 and # 5 above	(# 4 + # 5)	# 6	1,173.15	Two major load sections: IT loads, cooling loads
2	Other loads	Offices; Control System; Lighting System	Assumption about 12% of DC power consumption	# 7	156.42	DC area: 600 m2
IV	Size of Electrical Service Estimate (kW or kVA)					
1	Requirements to meet overcurrent occurrence	Total from (# 6+ # 7) above	(# 6+ # 7) * 1.25)	# 8	1,661.96	Typically use the 125% (multiplier safety factor)



يحتوي نظام الطاقة على مسارين: مسارات توزيع نشطة ومتكررة.

يتم توفير كل مسار من خلال شبكة مرافق كهربائية رئيسية واحدة، مزودة بالمولد، ونظام UPS واحد مع بطارية احتياطية لمدة 10 دقائق على الأقل من حمل تكنولوجيا المعلومات بنسبة 100٪ ومسار واحد.

تقوم PDU بتزويد الطاقة إلى رفوف تكنولوجيا المعلومات الرئيسية.

في الشكل التالي رقم 1 يمكننا استخدام Tier III level: “concurrently maintainable” مع تكرار متطلبات المعدات غير الموثوقة ويمكن إزالة كل جهاز وإصلاحه دون انقطاع مركز البيانات.

في الشكل التالي رقم 2 المسمى “fault tolerant”، وهو زوج من Tier III (لا توجد نقطة فشل واحدة)، يمكن لهذه الهيكلية أن تتجنب بعض الحجم الزائد غير المجدي لمحطة توليد الطاقة للوصول إلى متطلبات المستوى الرابع وهو أمر مقبول إذا كانت نسبة توافر شبكة المرافق أعلى من 99٪

تعتبر مراكز البيانات مرافق ديناميكية للغاية، ويستخدم تقدير استهلاك الطاقة أثناء التصميم الأولي الحجم الثابت والافتراض الأولي. يتوافق تصميم المنشأة مع متطلبات المستوى III (التي حددها معهد Uptime)، وجميع الأنظمة زائدة عن الحاجة ويمكن صيانتها بشكل متزامن (N+1).

تم تصميم مثال لمركز بيانات يحتوي على 96 حاملاً لتكنولوجيا المعلومات ومتوسط طاقة/حامل يبلغ 5 كيلووات. في التصميم الأولي، يبلغ استهلاك الطاقة 50٪ لاستخدام تكنولوجيا المعلومات، و40٪ للتبريد، و12٪ لأنواع أخرى (البنية التحتية، والإضاءة، وإخماد الحرائق، والأمن، وما إلى ذلك). من المهم جداً مراعاة تغيرات الحمل في الوقت الفعلي في مراكز البيانات، أثناء أي تقييم، ونقطة تشغيل كل مكون فرعي وكفاءتها المحددة.

الشكل رقم - 1

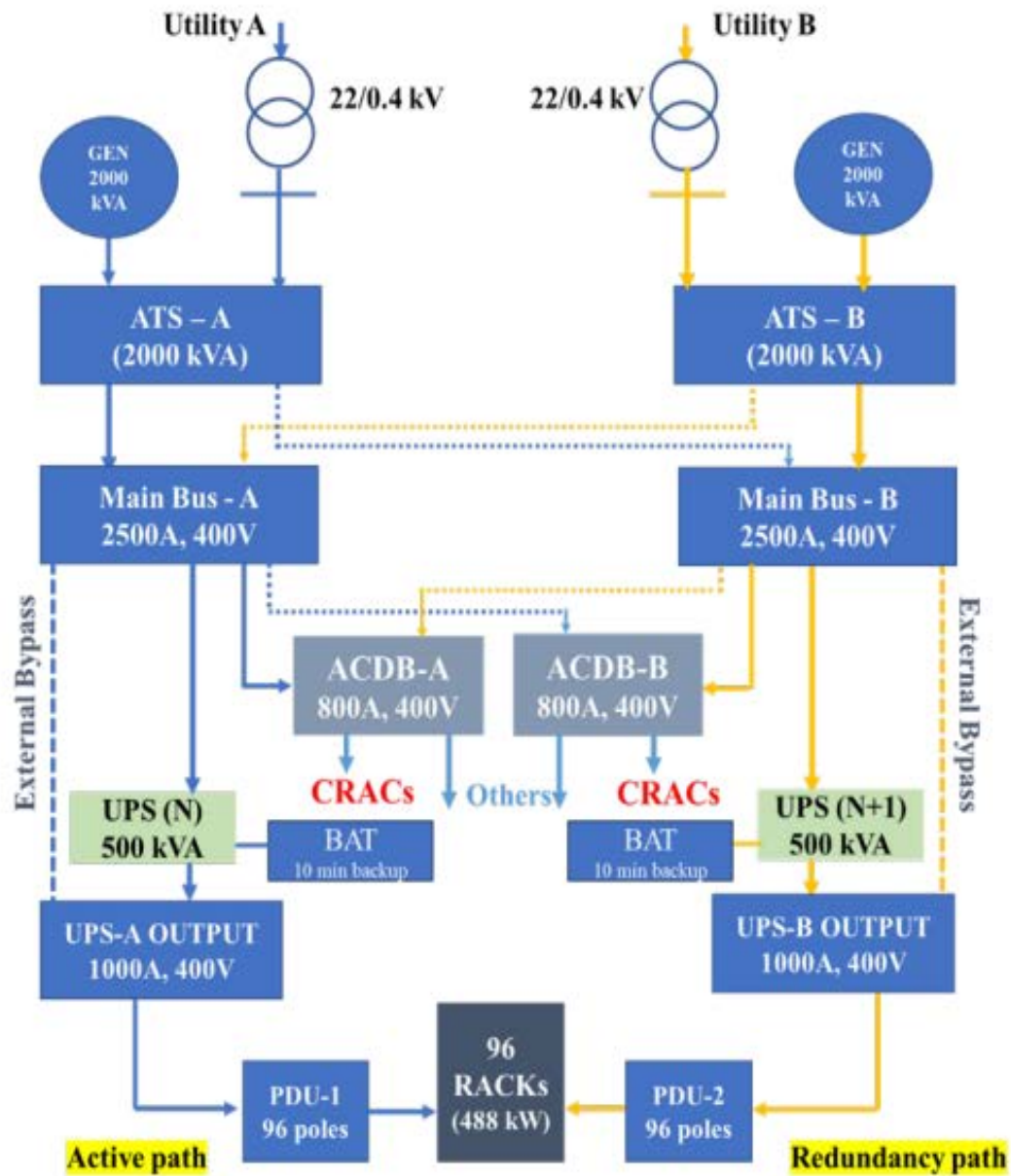


Fig.a) Topology with 2N redundancy

الشكل رقم 2-

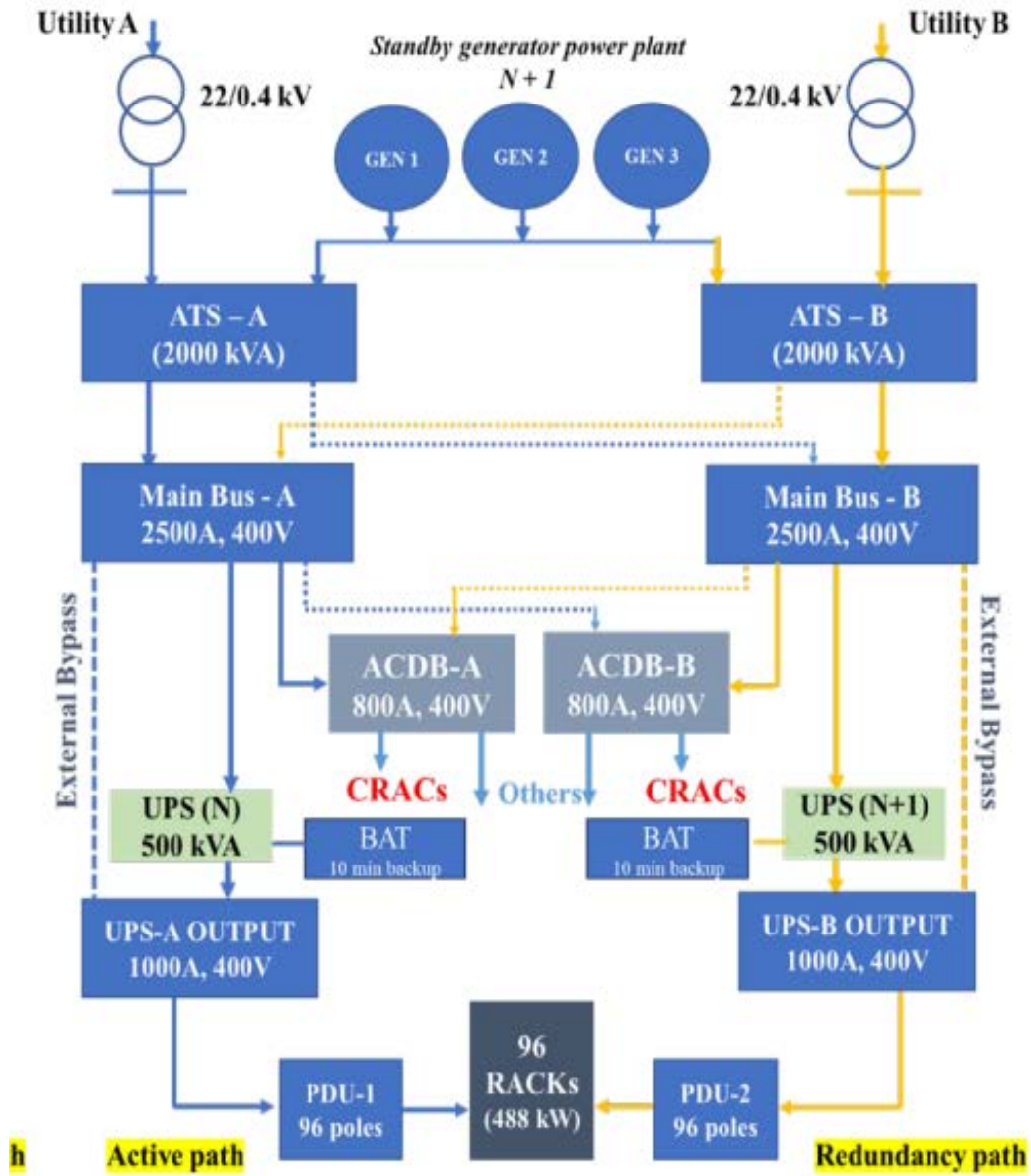
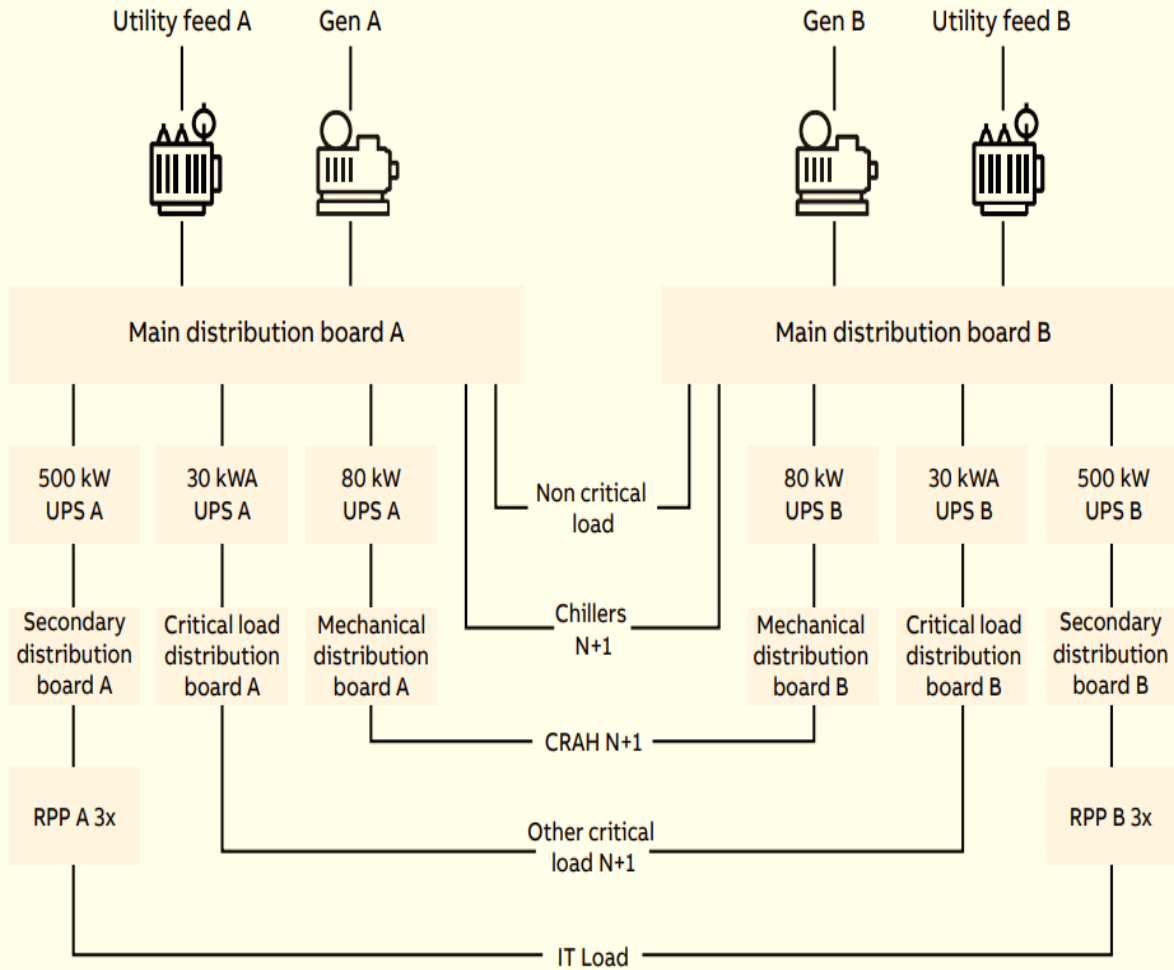


Fig.b) Fault-tolerant architecture

مثال رقم 2 مركز بيانات بسعة 0.5 ميغا وات IT

Figure 1. System plus system 0.5 MW IT load data center power distribution



(*) Detailed single line diagram of power distribution can downloaded separately

Table 1. Data center maximum load breakdown

Load type	Number of loads	Nominal input electrical power [kW]	Double input feed internal to unit	Connected to UPS	Configuration	Type of load	Load connection	Total load N [kW]
Computer room (servers)	63	7	yes	yes		IT load	Single phase	441
Building automation system	2	0.5	yes	yes	N+1	IT load	Three phase	0.5
CRAH	6	15	no	yes	N+1	Mechanical load	Three phase	75
Chillers	3	100	no	no	N+1	Mechanical load	Three phase	200
Fire extinguishing pumps	3	5	yes	yes	N+1	Critical	Three phase	10
Intrusion alarm control	2	0.5	yes	yes	N+1	Critical	Three phase	0.5
Excess control	2	0.5	yes	yes	N+1	Critical	Three phase	0.5
Fire detection	7	0.5	yes	yes	N+1	Critical	Three phase	6.5
Other critical loads	2	1	Yes	Yes	N+1	Critical	Three phase	1
Service	11	2.5	no	no	N+1	Non-critical	Three phase	25
Total load								760

Table 2. Maximum IT load breakdown

RPDU load	7	kW/RPDU
Number of RPDUs supplied by one RPP	21	units/RPP
RPP load	147	kW/RPP
Number of RPP units (N)	3	Units
Total Number of RPP units (2N)	6	Units
Total Supplied Units (RPDU) (2N)	126	Units

Figure 2. Servers inside rack, with dual input feed

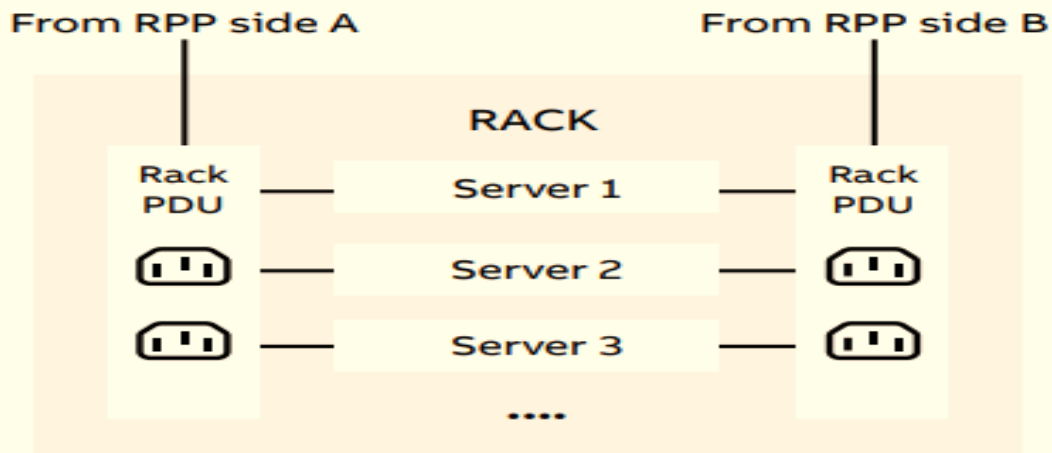
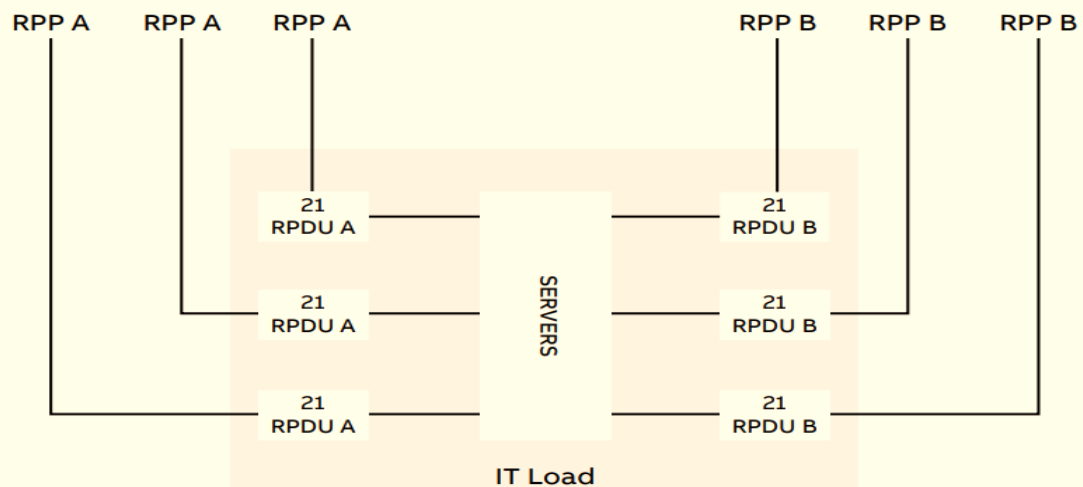
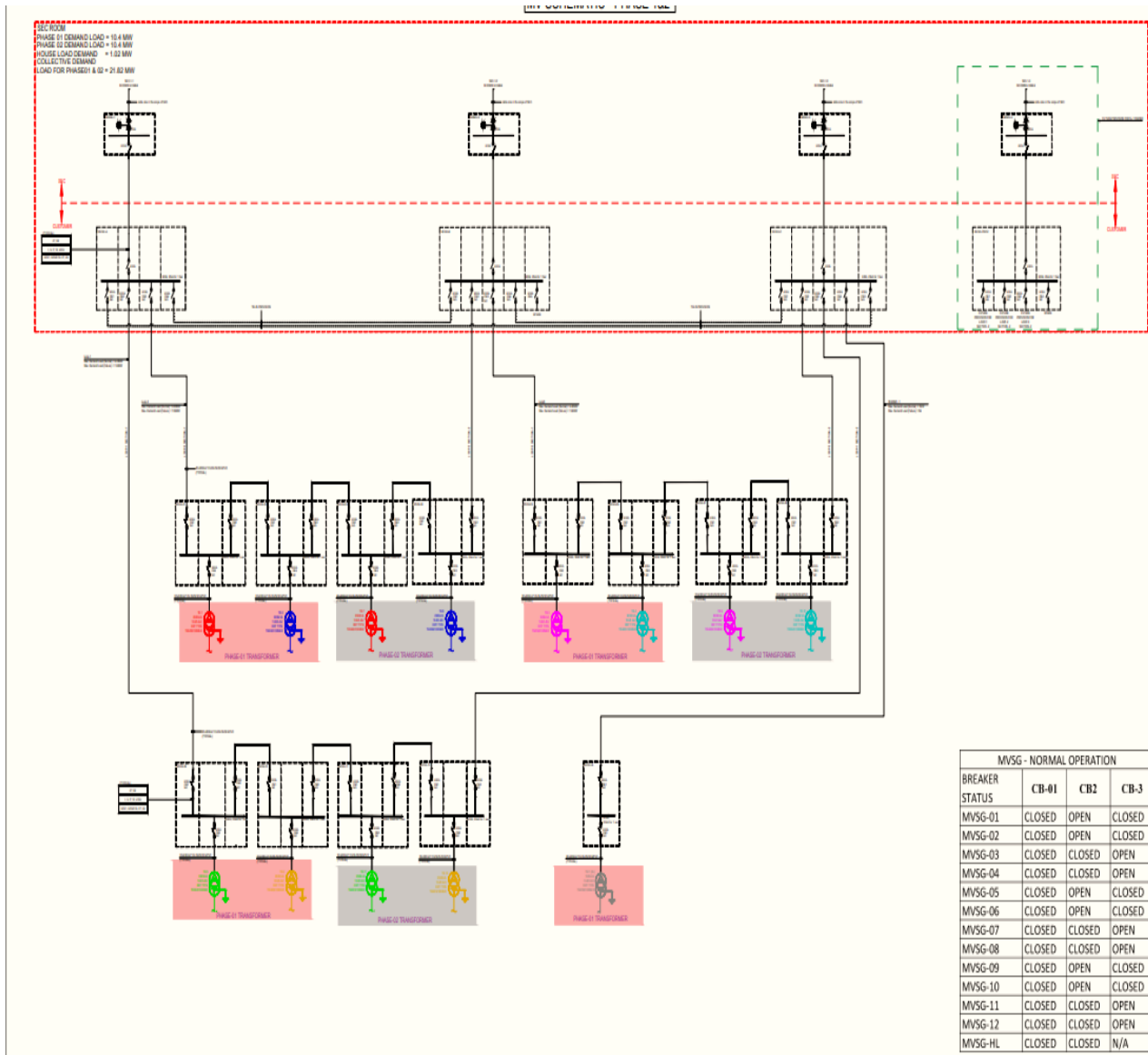


Figure 3. Distribution: RPPs => RPDUs => servers

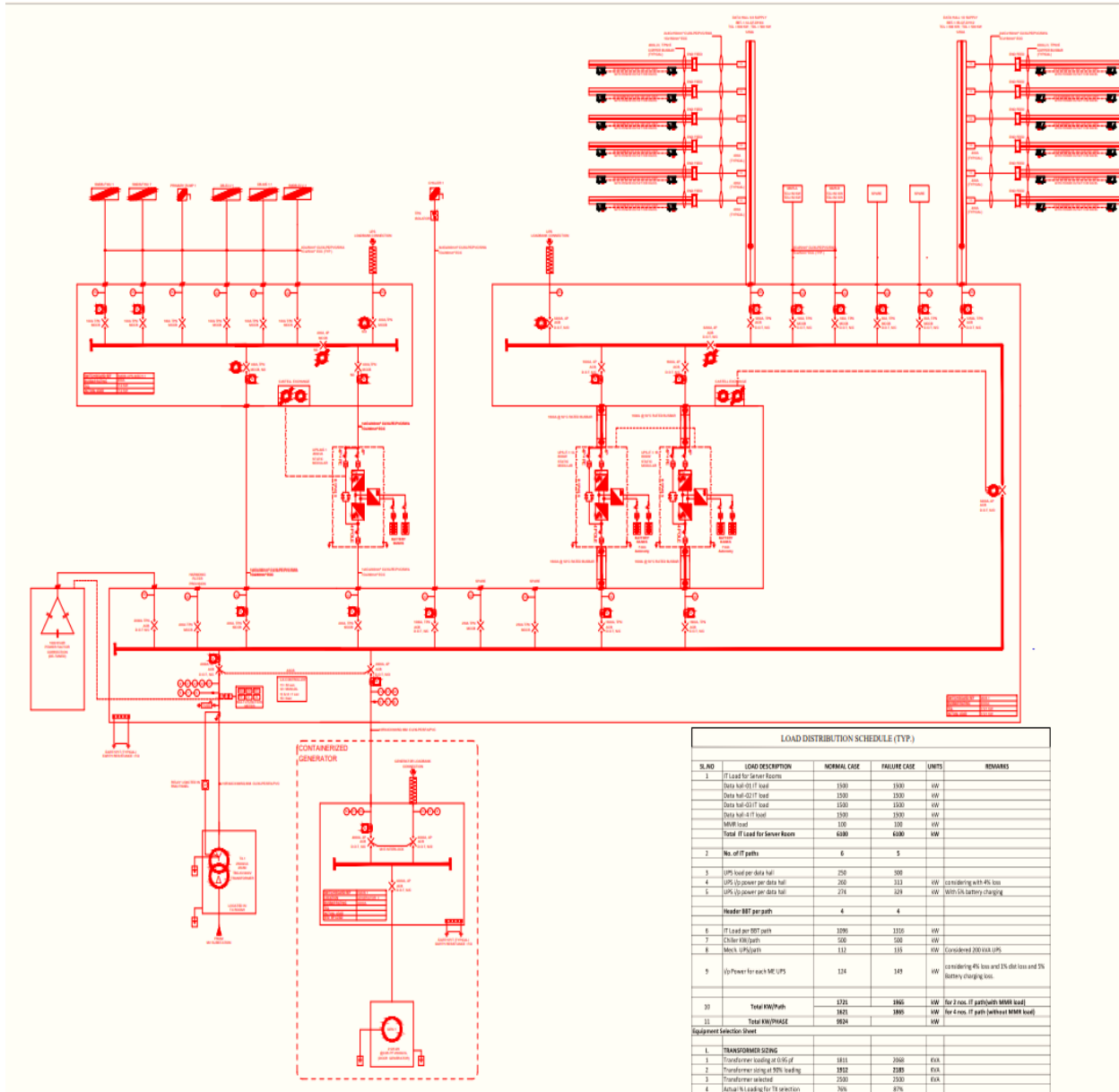


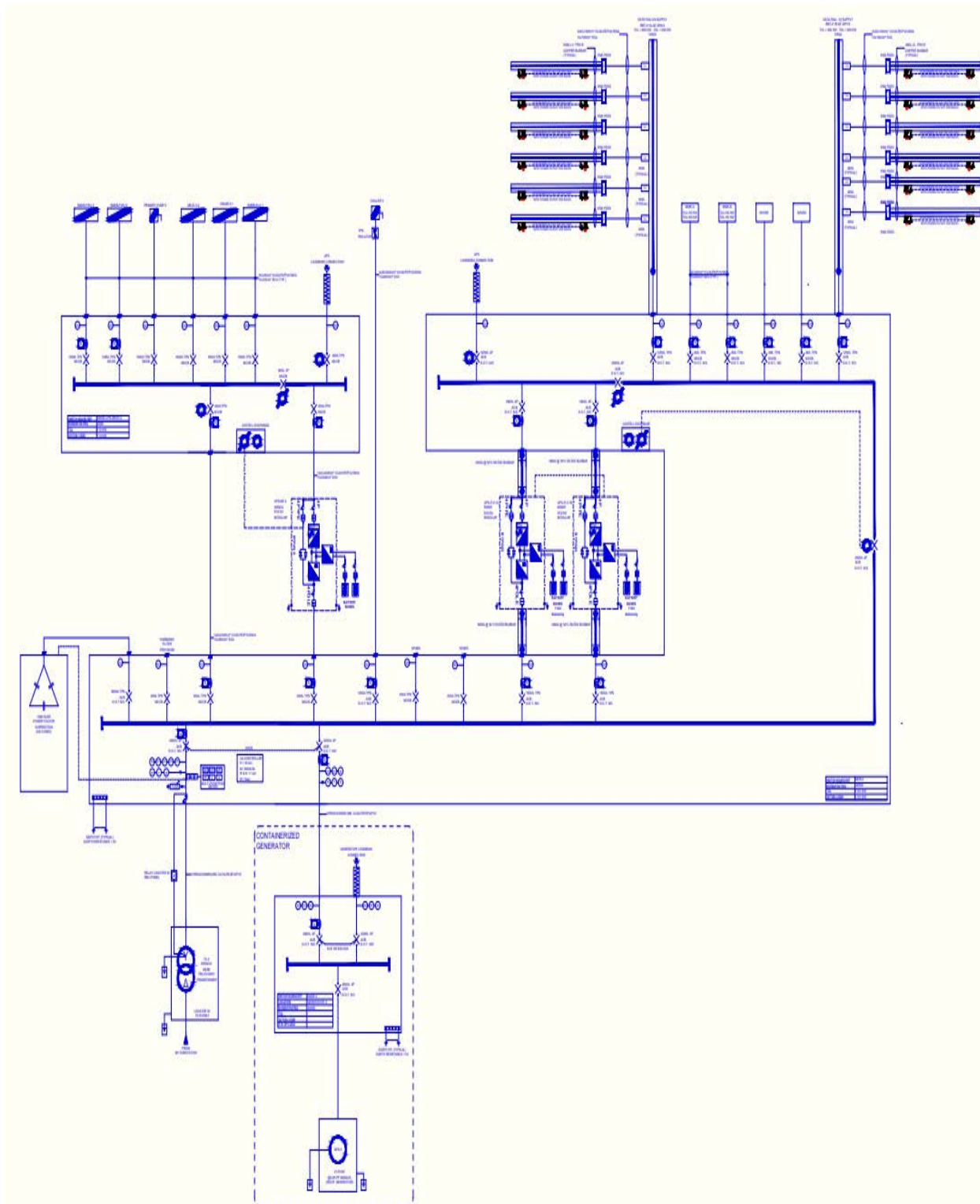
مثال رقم 3- مركز بيانات N+1 لأحمد مراكز البيانات في مدينة جدة

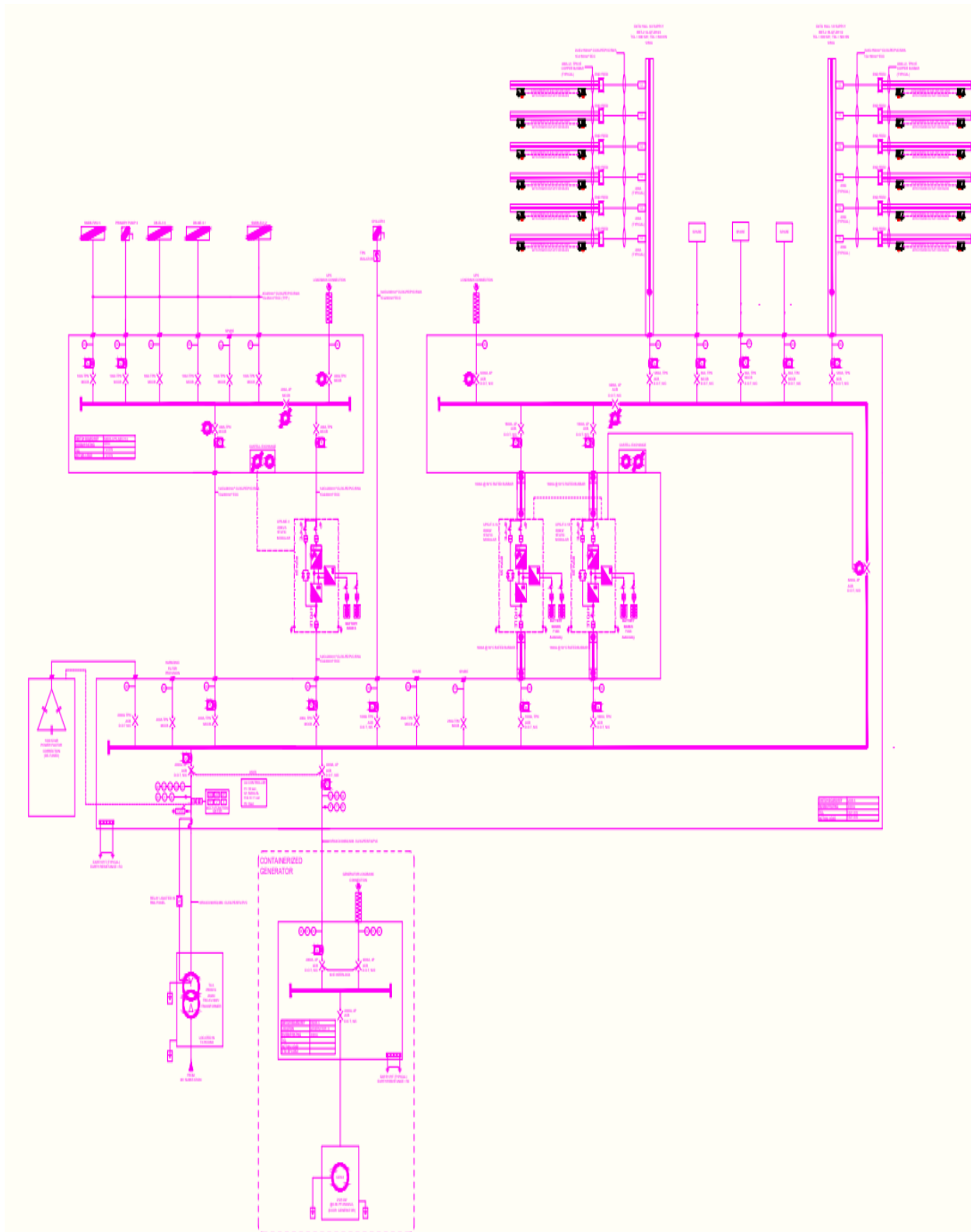
MV Data Center One Line Diagram

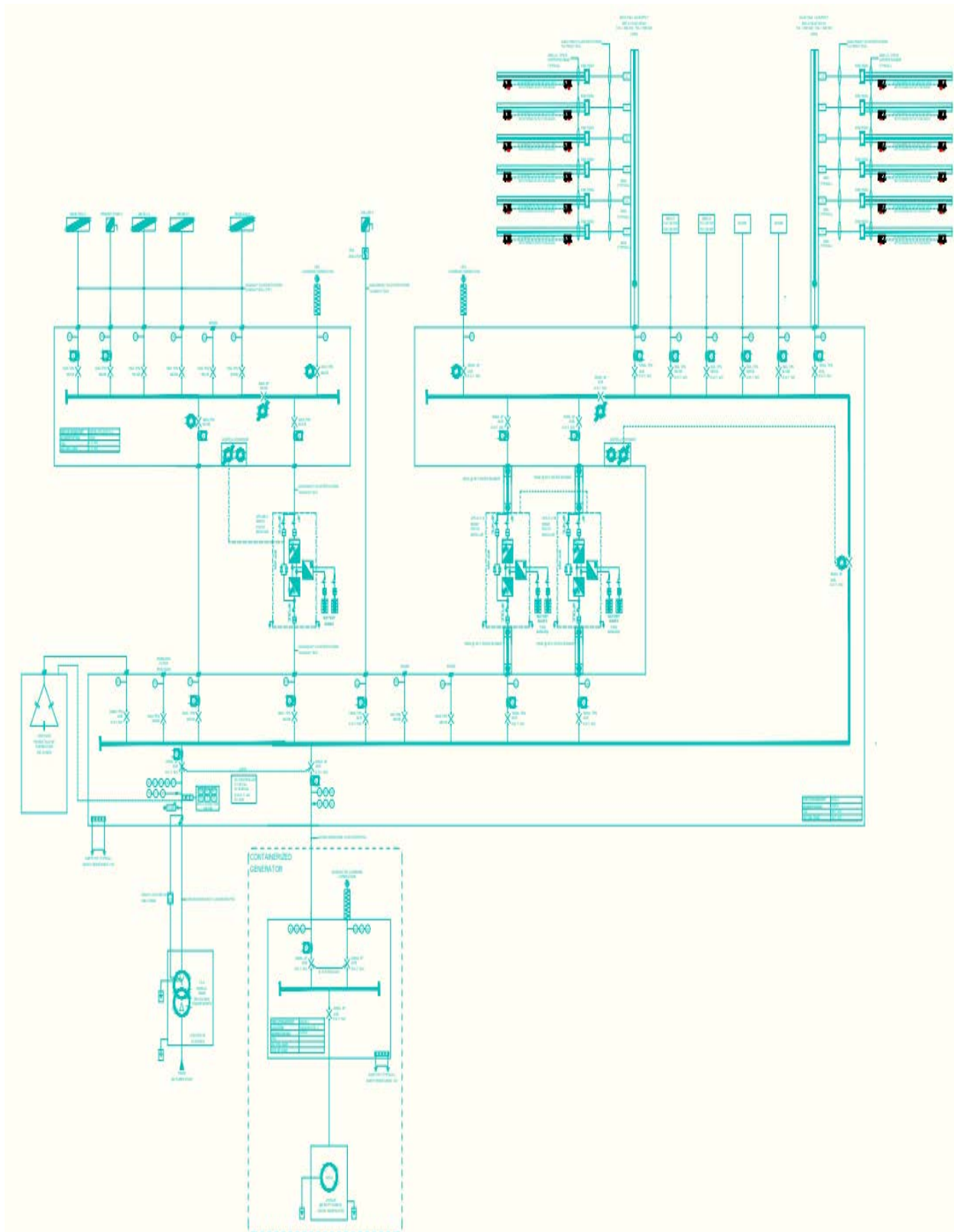


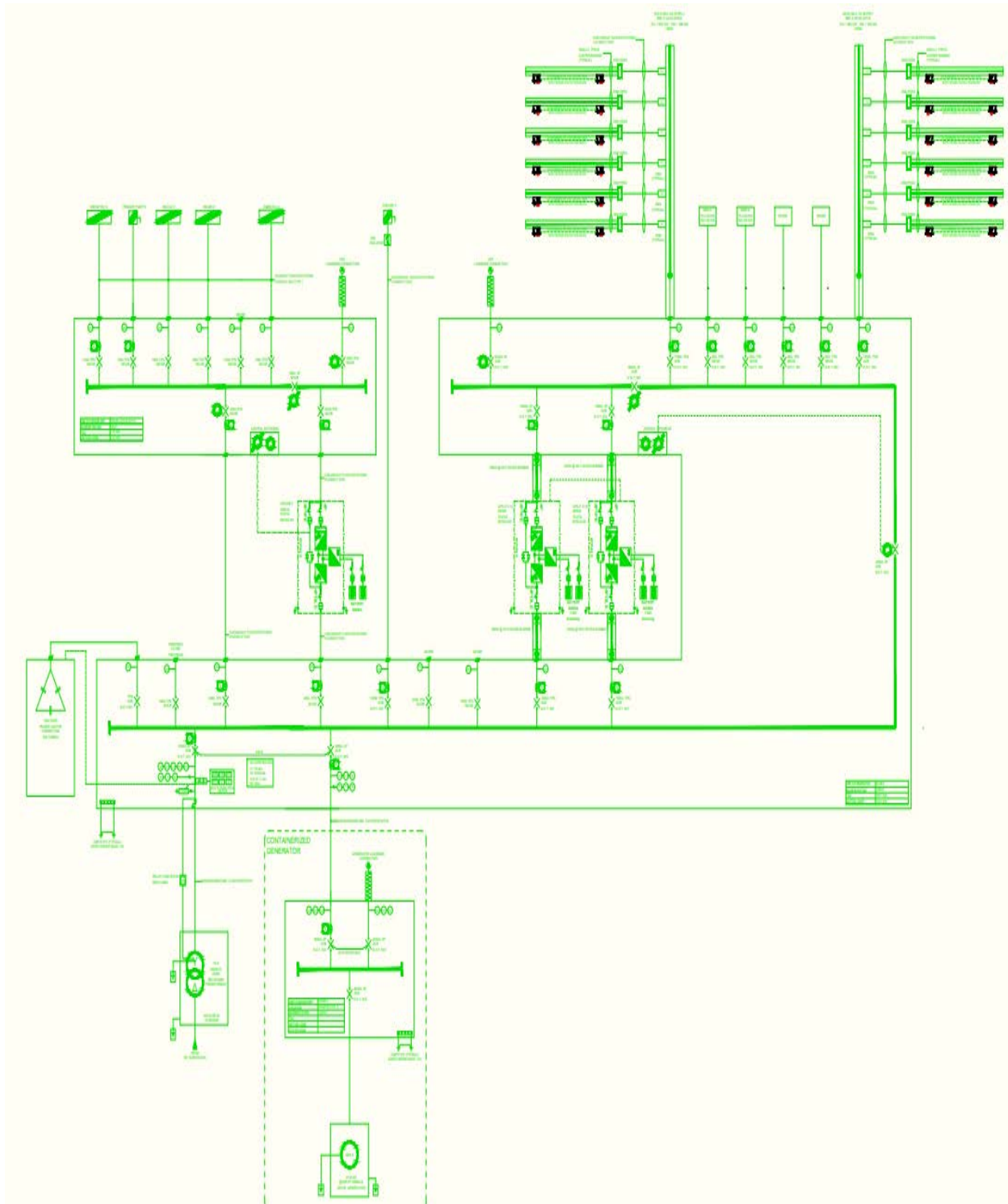
LV Data Center One Line Diagram

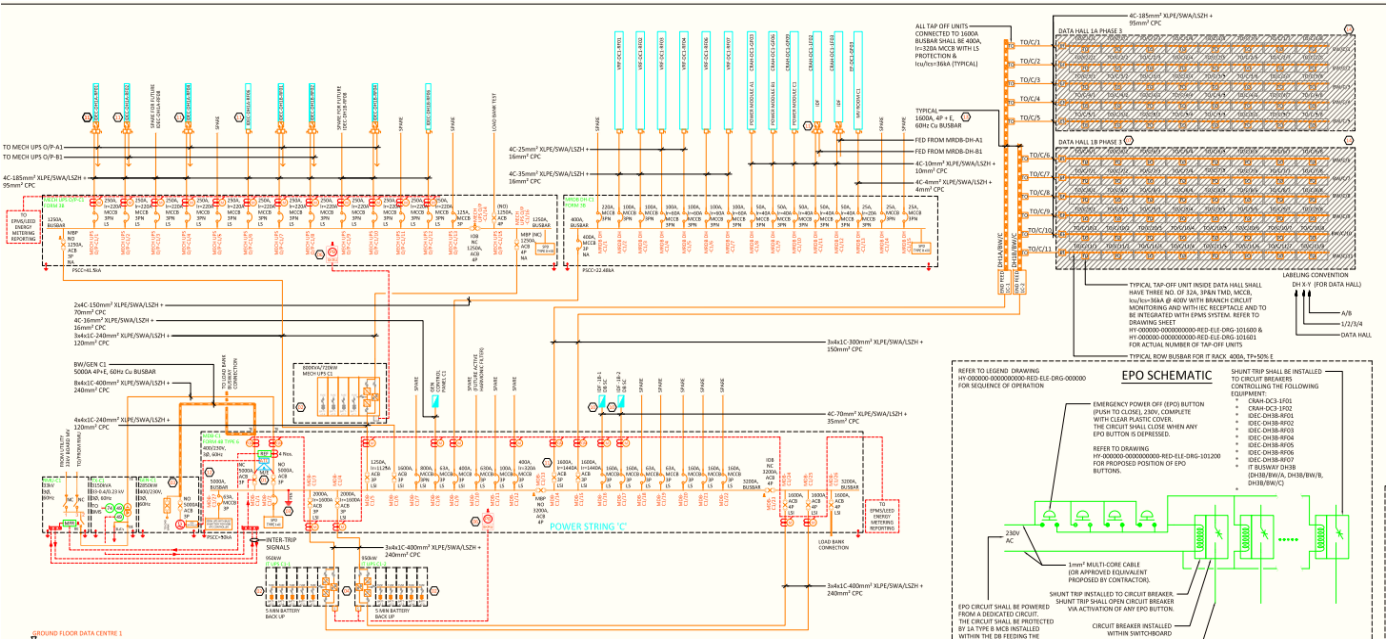
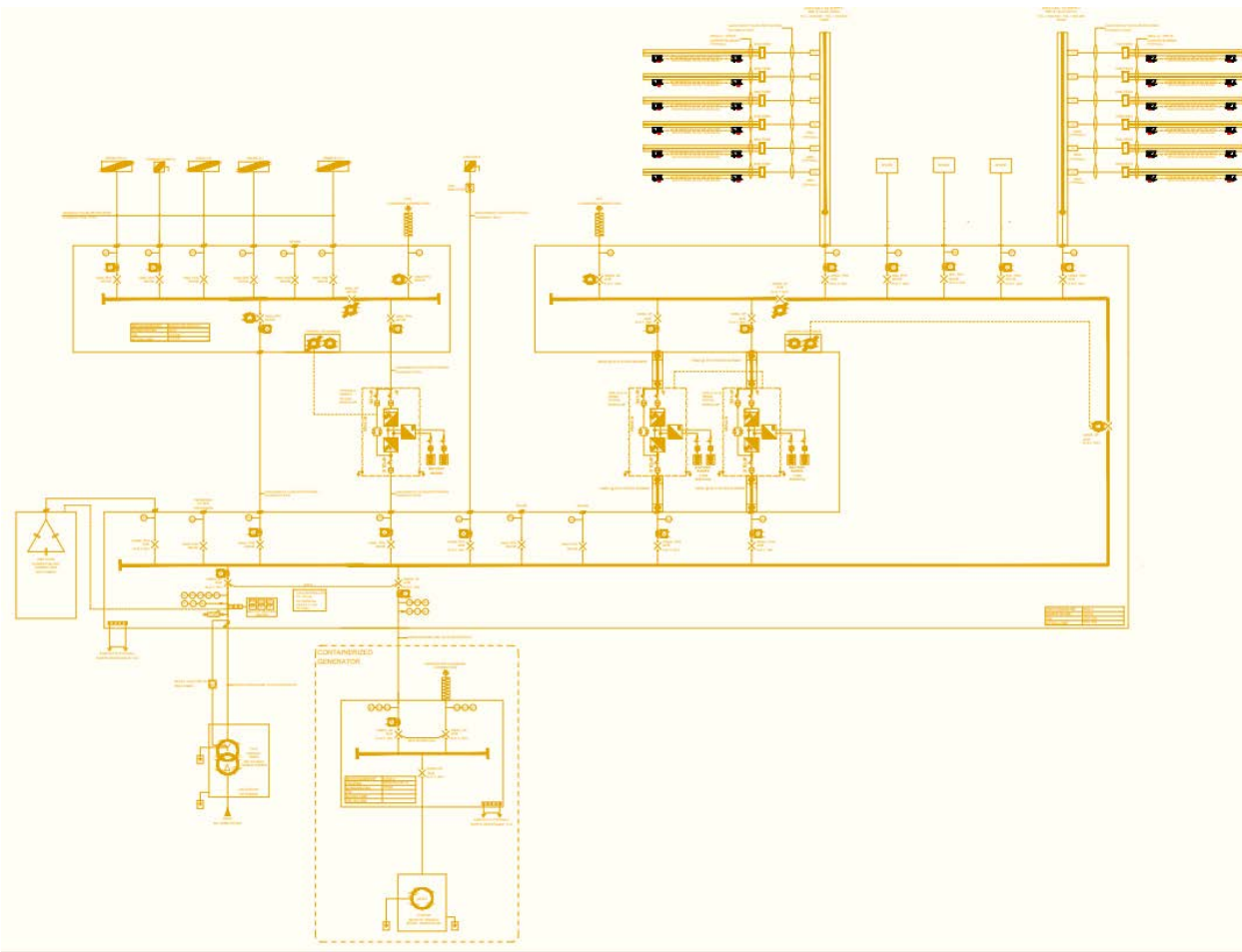


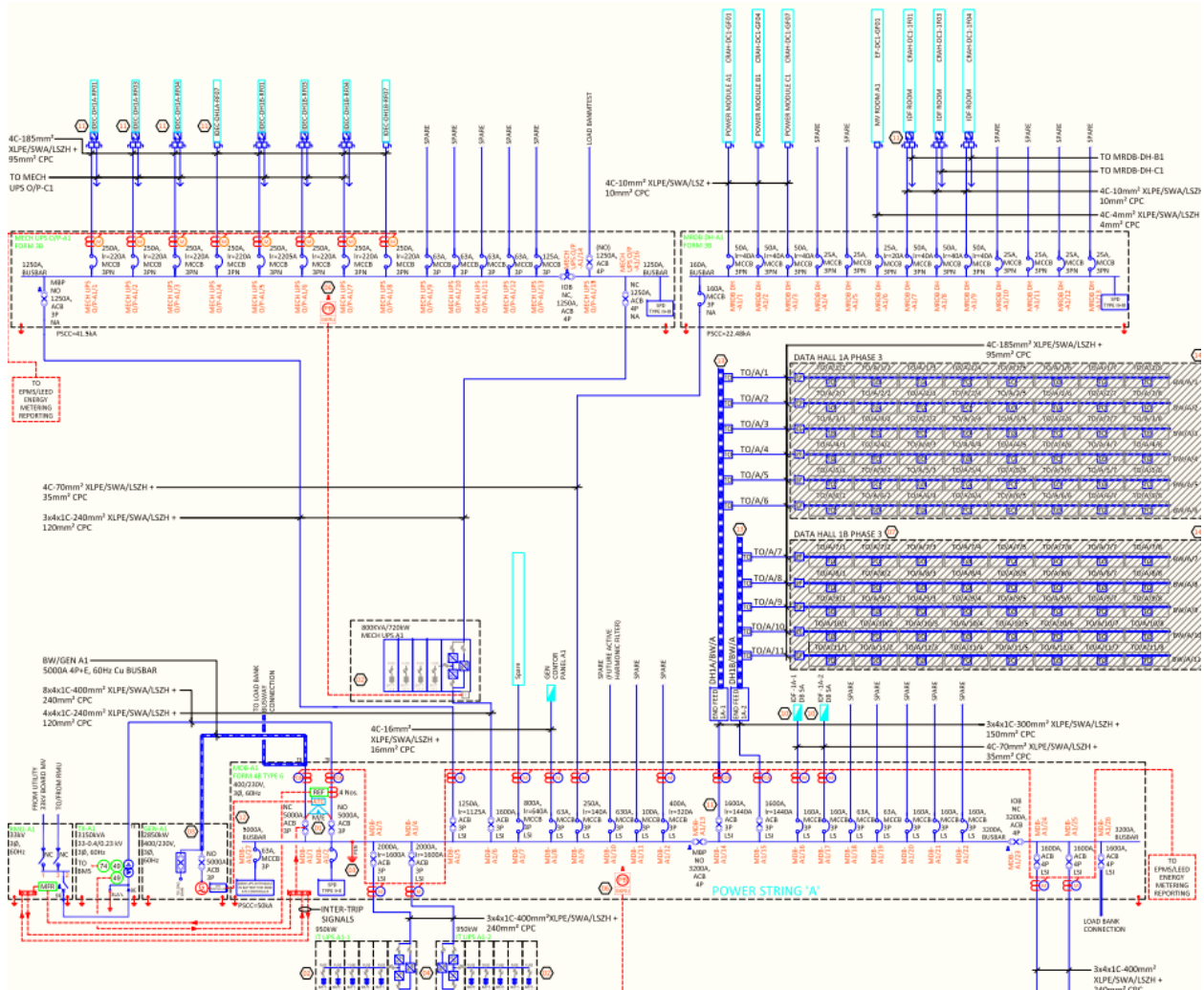


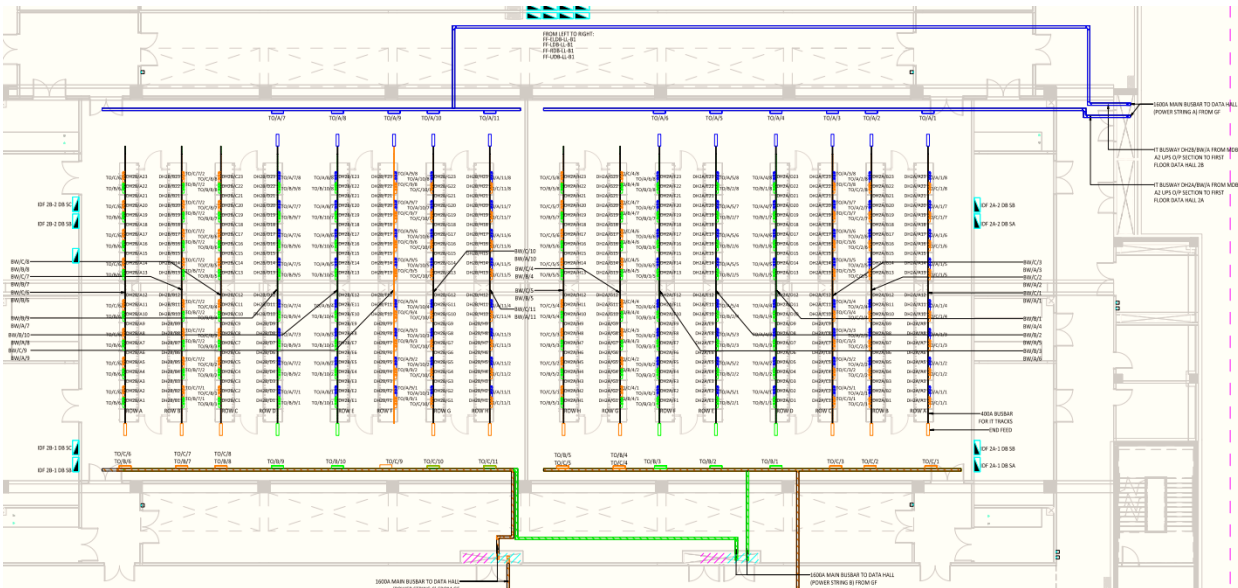
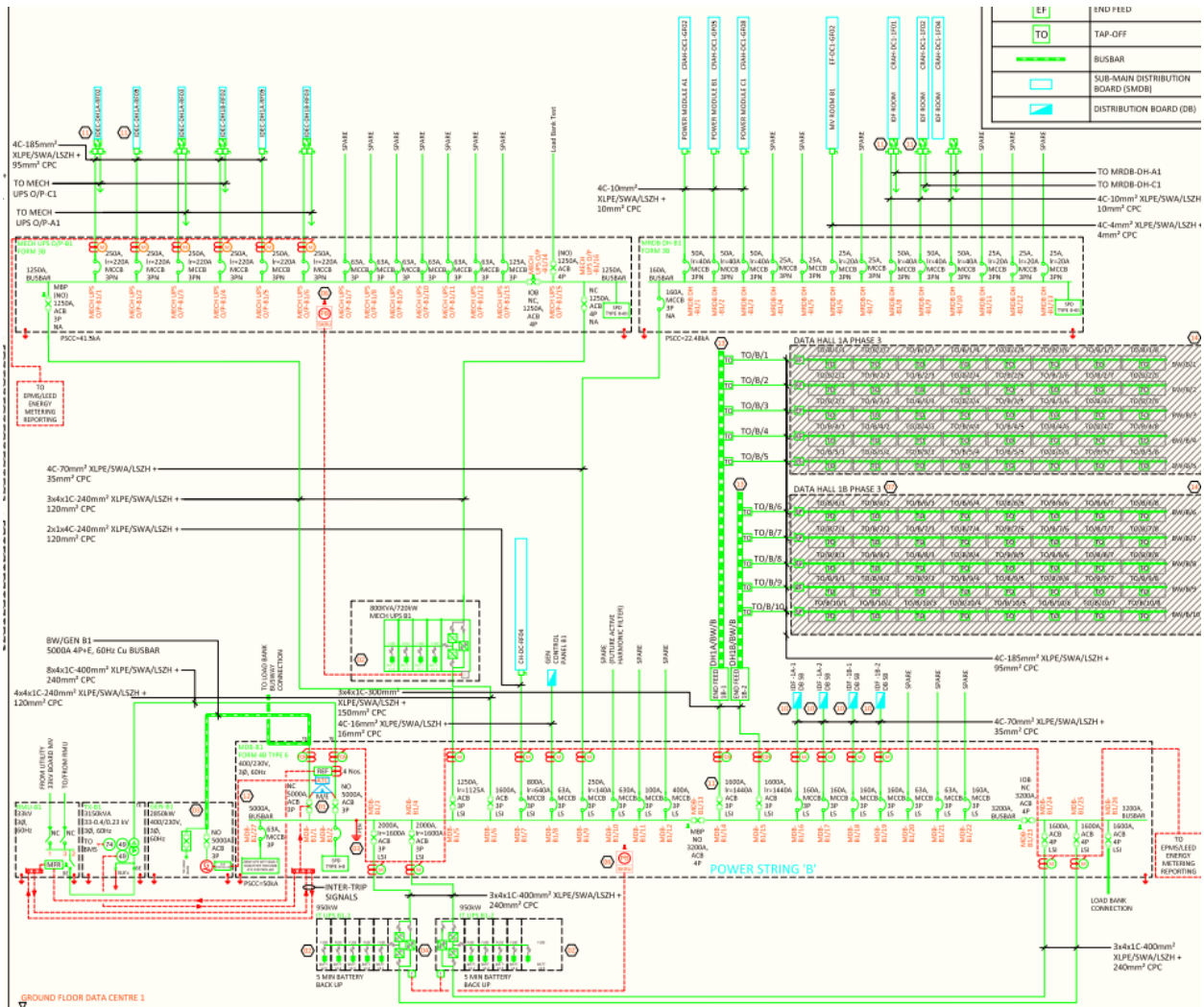




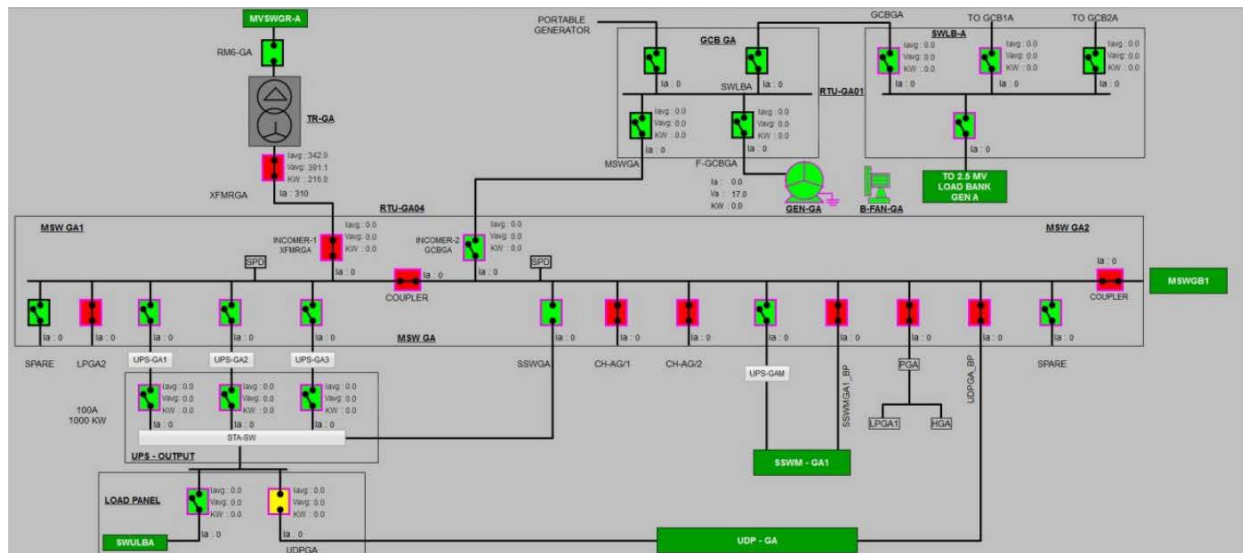
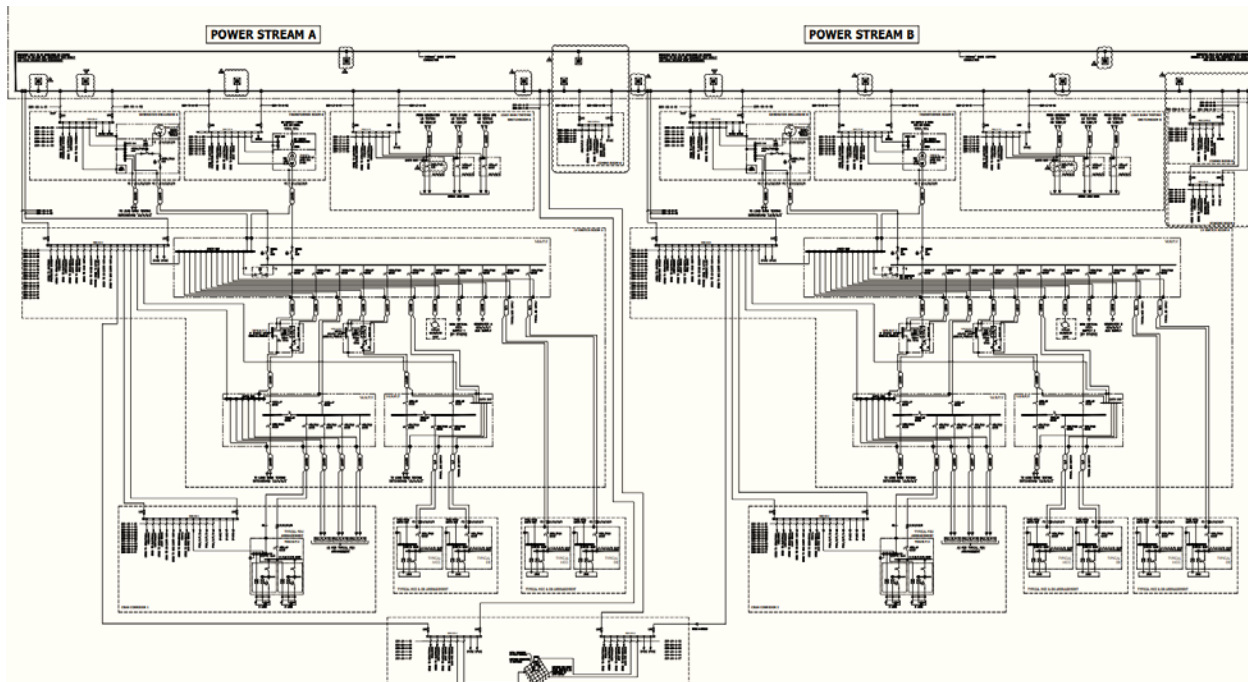


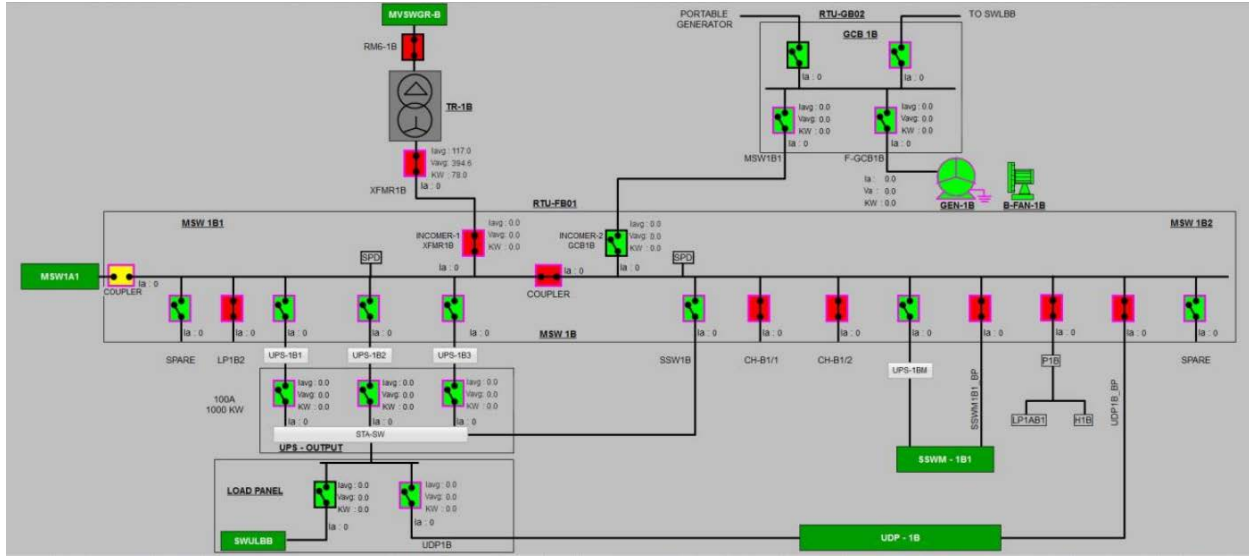




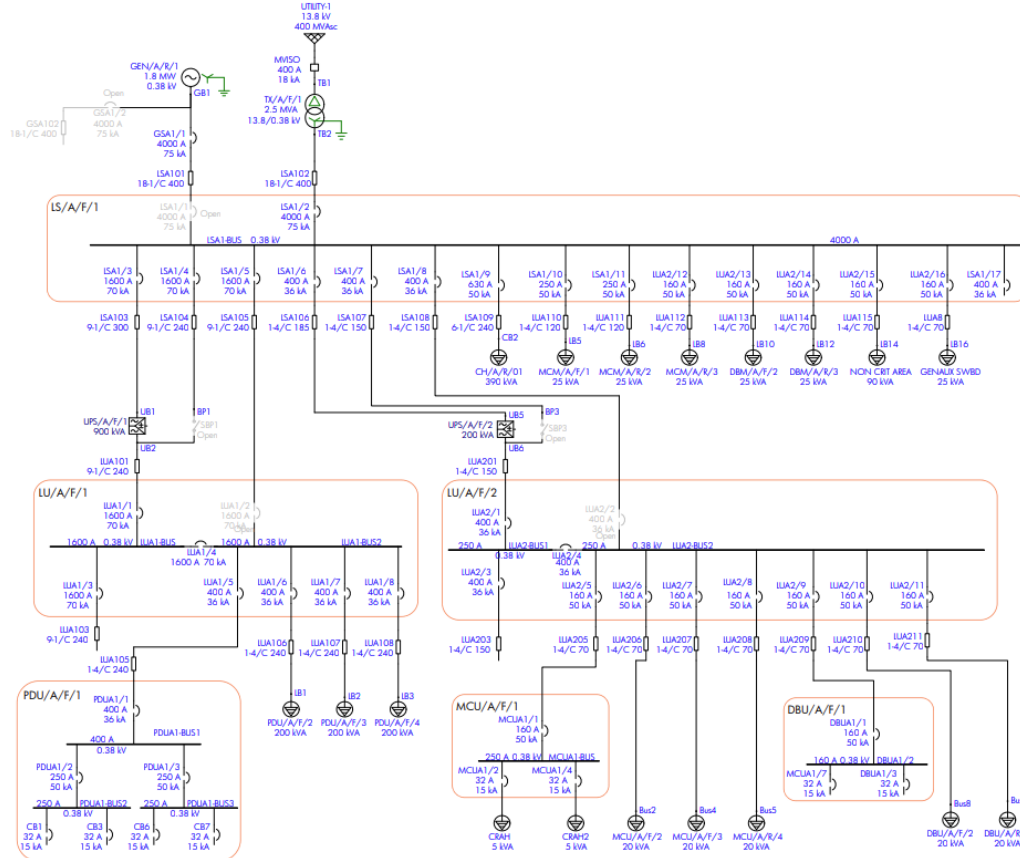


مثال رقم 4 - مركز بيانات 2N في مدينة الرياض

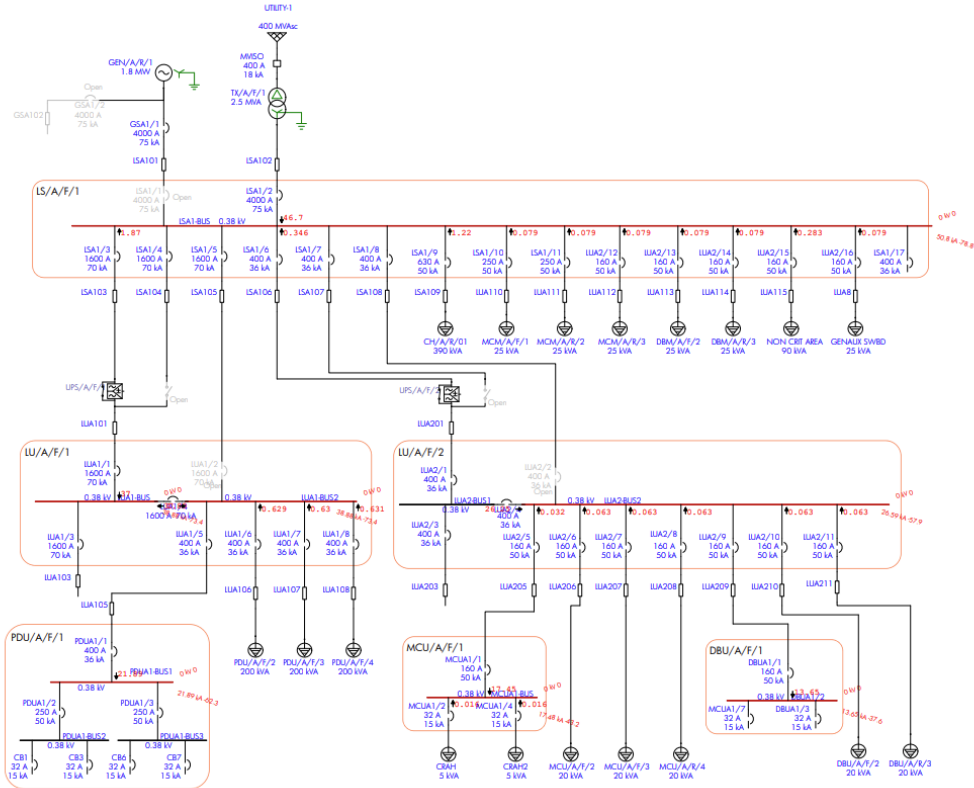




One-Line Diagram - OLV1 (Edit Mode)



One-Line Diagram - OLV1 (Short-Circuit Analysis)



LV SWITCHBOARD LIST							
Item	LV Switchboard Reference	Power Stream (A or B)	Fault Level (kA)	Rating (A)	Supplied By	Load in kW	Remark
1	LS/A/F/1	A	50kA	4000A	Mains and Generator	<u>1697.2</u>	
2	LU/A/F/1	A	50kA	1600A	UPS	<u>750.1</u>	
3	LU/A/F/2	A	50kA	400A	UPS	<u>155.8</u>	
4	GS/A/R/1	A	50kA	4000A	Generator		Supplied by Generator Supplier with Load Bank Testing CB. No need to be detailed in this schedule.
5	LS/A/G/2	A	50kA	4000A	Generator		Generator A Load Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.
6	LS/A/G/3	A	50kA	1600A	UPS		IT UPS Load A Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.
7	LS/A/G/4	A	50kA	400A	UPS		Mech UPS A Load Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.
8	LS/B/F/1	B	50kA	4000A	Mains and Generator	<u>1710.7</u>	
9	LU/B/F/1	B	50kA	1600A	UPS	<u>750.2</u>	
10	LU/B/F/2	B	50kA	400A	UPS	<u>166.3</u>	
11	GS/B/R/1	B	50kA	4000A	Generator		Supplied by Generator Supplier with Load Bank Testing CB. No need to be detailed in this schedule.
12	LS/B/G/2	B	50kA	4000A	Generator		Generator B Load Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.
13	LS/B/G/3	B	50kA	1600A	UPS		IT UPS Load B Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.
14	LS/B/G/4	B	50kA	400A	UPS		Mech UPS B Load Bank Testing Panel. No need to be detailed in this schedule.

تصميم مركز بيانات من شركة سيمنس

يشير توفر مركز البيانات إلى تلبية توقعات وقت التشغيل للمستخدمين.

تم تحقيق التوافر العالي الحالي لمراكز البيانات بشكل رئيسي من خلال التكرار في التصميم والمعدات (كل من معدات تكنولوجيا المعلومات وأجهزة الطاقة)، ومسارات توصيل الكهرباء والبرمجيات

توجد العديد من أنظمة التصنيف في الصناعة لتحديد مدى توفر مركز البيانات التكنولوجيات سريعة التغير، والرغبة في التمييز فيما بينها، والوعي البيئي والأهم من ذلك أن ضغوط التكلفة غالبًا ما تملي التصميم التي تقع إما بين هياكل المستويات المختلفة أو حتى تسعى إلى خروجات أكثر جذرية.

يعتبر هيكل الطبقة من معهد Uptime ، على الرغم من عدم اتباعه دائمًا، بمثابة دليل توجيهي مهم للصناعة، وبالتالي هو التصنيف المشار إليه في هذا التصميم.

يحدد معهد Uptime نظامًا من أربعة مستويات، حيث يصف كل مستوى مدى التوفر كمبدأ توجيهي لتصميم البنية التحتية لمركز البيانات كلما ارتفعت الطبقة، زاد التوفير.

يتمتع مركز البيانات الأقل تكلفة والأداء، من المستوى الأول، لديه نسبة توافر مستهدفة تبلغ 99.671 بالمائة، وهو ما يُترجم إلى 28.8 ساعة من التوقف السنوي لتكنولوجيا المعلومات .

يهدف تصميم مركز البيانات ذو المستوى الأعلى، المستوى IV ، إلى توفير نسبة 99.995 بالمائة، أو 24 دقيقة من التوقف المزدوج لتكنولوجيا المعلومات . كما أن تصميمات الطبقات المختلفة قادرة أيضًا على استيعاب كثافات حمل طاقة مختلفة، من 200 واط/م² إلى 1500 واط/م² . ومن المهم بالنسبة لمهندسي الكهرباء أن يدركوا ذلك كلما ارتفع المستوى، ارتفع جهد المنفعة المقدم للمنشأة . ويرتبط هذا في الغالب بحقيقة أن توفر الطاقة داخل نظام الطاقة يتزايد بشكل عام من توزيع منطقة الجهد المنخفض (LV) إلى توزيع الجهد المتوسط (MV) إلى أنظمة نقل الجهد العالي (HV) . كلما اقتربنا من الناقل اللانهائي لنظام طاقة كبير، قل احتمال حدوث اضطراب أو انقطاع التيار الكهربائي

الطبقة الأولى

هذه البنية هي الأبسط وبالتالي توفر أقل توفر وأقل كثافة طاقة تحميل تكنولوجيا المعلومات . يُطلق على مفهوم التصميم هذا اسم N ، مما يعكس حقيقة أن أحمال تكنولوجيا المعلومات "n" تحتاج إلى مجموعات "n" من وحدات UPS ومجموعات المولدات. 3 يحدد

المكونات الأساسية لمركز البيانات، كما هو موضح أدناه.

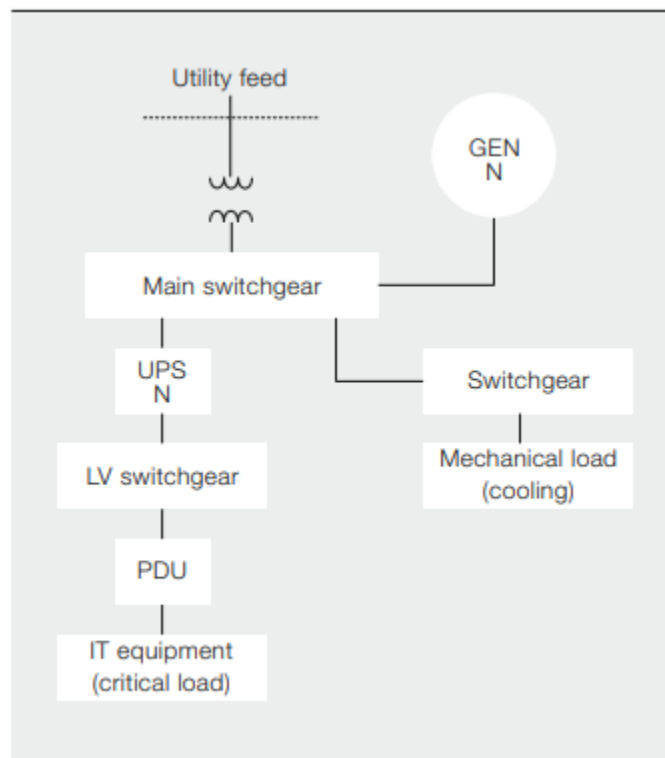
Utility source مصدر الأداة المساعدة

يقوم مكون مصدر الأداة المساعدة في تصنيف المستوى الأول بتغذية محول الإدخال الذي يتنحى من MV إلى LV

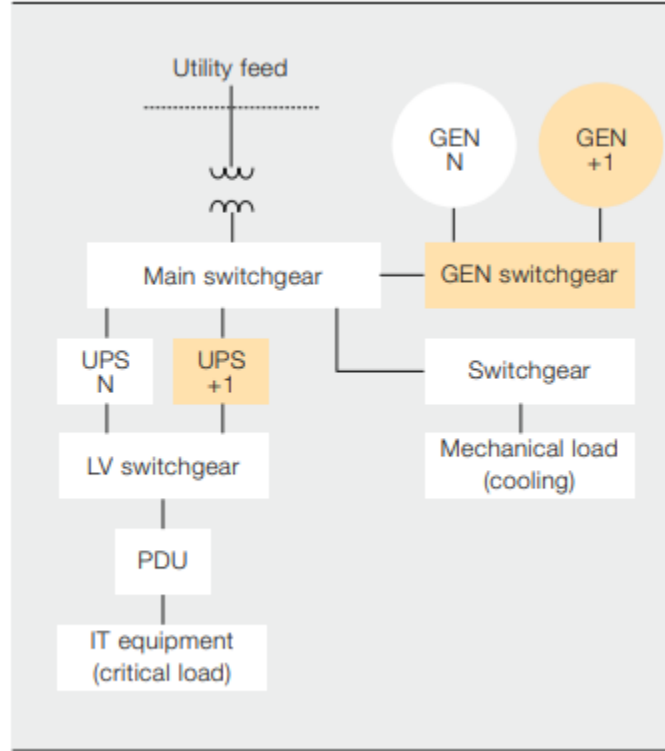
Tier similarities and differences

Number of delivery paths	Tier I Only 1	Tier II Only 1	Tier III 1 active 1 passive	Tier IV 2 active
Redundant components	N	N + 1	N + 1	2 (N + 1) or S + S
Utility voltage	208, 480	208, 480	12-15kV	12-15kV
Annual IT downtime due to site	28.8 hours	22.0 hours	1.6 hours	0.4 hours
Site availability	99.671%	99.749%	99.982%	99.995%
© The Uptime Institute				

المستوى الأول Tier I design N



المستوى الثاني (N+1) Tier II design



المولد Genset

مجموعة المولدات عبارة عن مولد طاقة للطوارئ، عادةً ما يكون مزودًا بمحرك ديزل، والذي يوفر طاقة احتياطية طويلة المدى في حالة انقطاع الخدمة. يتم تحديد المدى الطويل من خلال كمية الوقود المخزنة في الخزان ويمكن أن تتراوح من 24 إلى 72 ساعة. إن الحصول على عقد تسليم الوقود ذو الأولوية العالية يمكن أن يؤدي إلى تمديد الوقت.

المولد على شكل آلة متزامنة ذات معدلات طاقة تتراوح بين بضع مئات كيلووات إلى 2 إلى 3 ميجاوات.

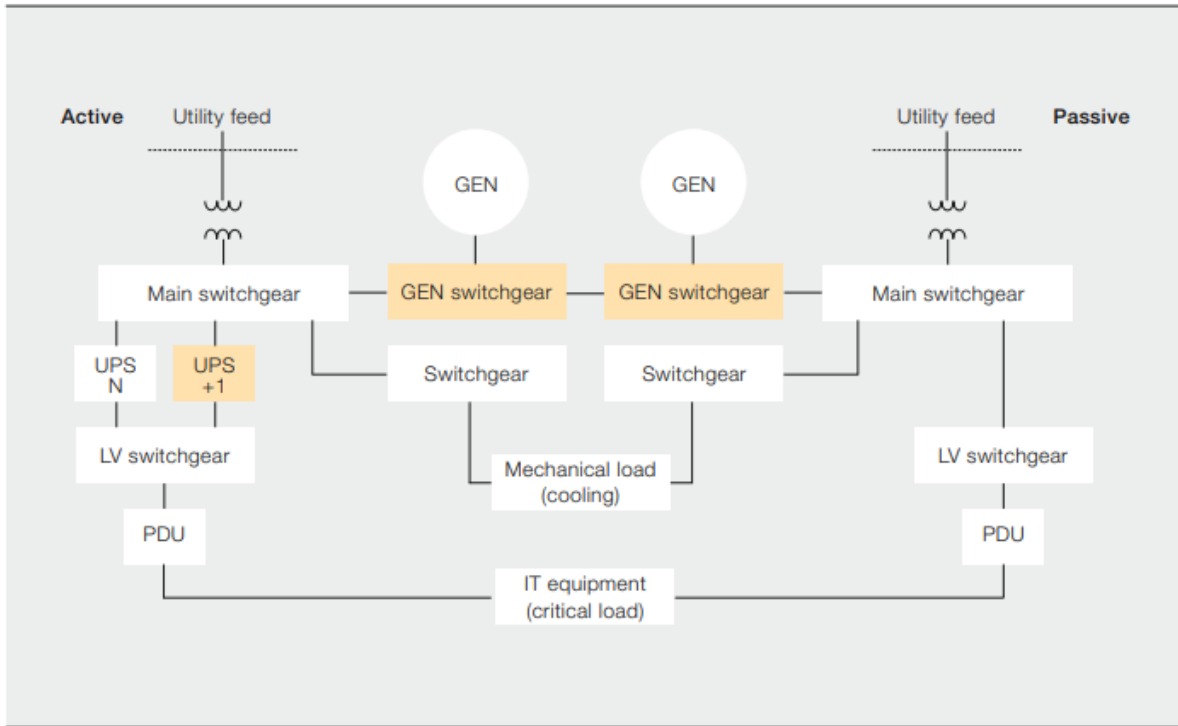
تحويل النقل التلقائي Automatic transfer switching

يسمح استخدام مجموعة مفاتيح النقل الأوتوماتيكية المتخصصة (ATS) مع منطق التحكم والحماية بالتبديل السلس من المصدر بين الأداة المساعدة ومجموعة المولدات تحت عدد من ظروف مختلفة. في معظم الأوقات يكون التبديل من الأداة المساعدة إلى المولد مفتوحًا قبل الإغلاق - أي عند فقدان طاقة الأداة المساعدة، يكون قاطع الأداة مفتوحًا ويتم إغلاق مجموعة المولدات فقط بعد بدء تشغيل مجموعة المولدات بشكل صحيح، والوصول إلى

المستوى المطلوب دورة في الدقيقة والإثارة، ويتم مزامنتها. يمكن أن يستغرق بدء تشغيل المولد بضع ثوانٍ. مع مجموعات المولدات المتعددة، يمكن أن تزيد هذه المرة لمدة تصل إلى دقيقة

إمدادات طاقة غير منقطعة Uninterruptible power supplies

هناك في المقام الأول ثلاثة أنواع من تقنيات إمدادات الطاقة غير المنقطعة (UPS) - الاستعداد، والخط التفاعلي، والتحويل المزدوج. إلى حد بعيد، الأكثر شيوعاً هو التحويل المزدوج، حيث يتم تصحيح كل الطاقة المتدفقة عبر UPS من التيار المتردد إلى التيار المستمر، وعكسها مرة أخرى إلى التيار المتردد، وبالتالي يتم تكييفها وتنظيفها بالكامل من جميع الاضطرابات من جانب المرافق، وتراجع الجهد وتأثيرات جودة الطاقة الأخرى (PQ). يتم أيضاً توصيل ناقل DC الموجود في المنتصف بينك البطارية، والذي يوفر طاقة قصيرة المدى في حالة انقطاع الطاقة. يتم التبديل بين طاقة التيار المتردد الخاصة بالمرافق وطاقة البطارية الداخلية بشكل سلس وفوري. يتم تحديد الطاقة قصيرة المدى حسب حجم بنك البطارية وتتراوح عادة من 2 إلى 3 دقائق إلى 7 إلى 10 دقائق.



المفاتيح الكهربائية هناك حاجة إلى مجموعة متنوعة من المفاتيح الكهربائية في مراكز البيانات لتوزيع الطاقة على العديد من الصفوف المختلفة لمعدات تكنولوجيا المعلومات (الأحمال الحرجة) بالإضافة إلى معدات التبريد (المضخات، المراوح، الصمامات، الضواغط، إلخ) والأحمال المساعدة الأخرى. توفر قواطع الدائرة الكهربائية الموجودة في مجموعة المفاتيح الكهربائية أيضاً الحماية ضد الأخطاء والظروف غير الطبيعية الأخرى. في منشأة المستوى الأول، تكون جميع المفاتيح الكهربائية ذات جهد منخفض (أقل من 1 كيلو فولت).

وحدة توزيع الطاقة Power distribution unit

تتكون وحدات توزيع الطاقة (PDUs) من قواطع الدائرة، ووحدات القياس، ومحولات الجهد المنخفض، لتوزيع الطاقة بشكل أكبر على رفوف تكنولوجيا المعلومات بالإضافة إلى توفير الحماية وقياس الطاقة (الجهد والتيار) للأحمال الفردية.

وحدات إمداد الطاقة Power supply units تعد وحدات إمداد الطاقة (PSUs) جزءًا من معدات تكنولوجيا المعلومات. تقوم هذه الوحدات بتحويل طاقة الإدخال 220 فولت أو 110 فولت إلى جهد التيار المستمر الموزع على مختلف معدات تكنولوجيا المعلومات: الخوادم والشبكات وأنظمة التخزين. أكثر وحدات PSU شيوعًا هي مصدر الطاقة ذو الوضع التبدلي بدون محول (SMPS). نظرًا لتكرار توزيع الطاقة للمستوى III و IV، يتم الآن تزويد المزيد والمزيد من وحدات PSU بمدخلات تيار متردد مزدوجة ويمكن أن تعمل من أي منهما.

المستوى الثالث Tier III

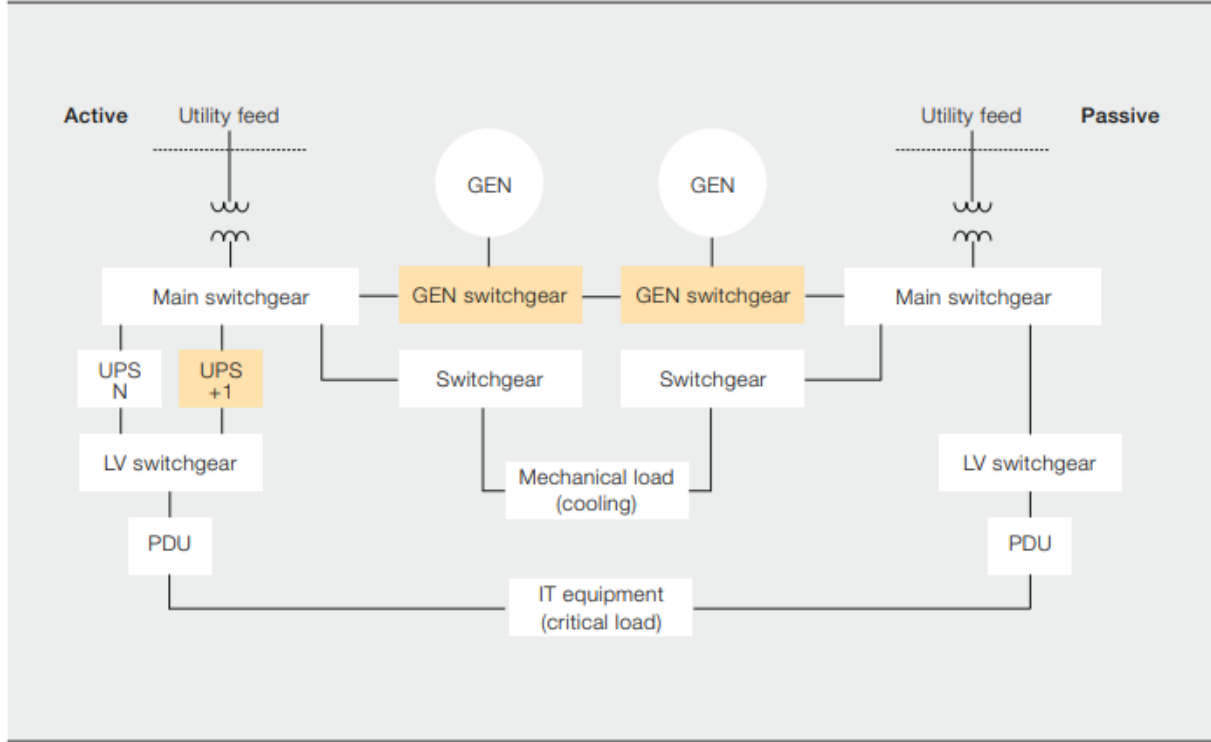
يُشار إلى المستوى الثالث بالنظام السلبي النشط. في تصنيف المستوى الثالث، يجب مضاعفة مسار توصيل الطاقة.

وإلى جانب المكونات الهامة الزائدة عن الحاجة، يجب أن يكون هناك مسار ثانٍ موازٍ للأحمال الحرجة لتكنولوجيا المعلومات في حالة فشل المسار الأساسي. وهذا المسار الثاني يمكن أن يكون سلبيًا، أي يستخدم فقط في حالة الطوارئ. يتطلب تصنيف المستوى III أيضًا اتصالاً ثانويًا بالمرافق. تؤدي إضافة مسار التسليم السلبي إلى رفع تكلفة النظام بأكمله بشكل كبير كما تؤدي إلى تعقيد التحكم والتنسيق والصيانة وما إلى ذلك.

يوجد أيضًا مركز إضافي للتحكم في المفاتيح الكهربائية والمحركات (MCC)، والذي من شأنه أن يسمح بالتشغيل الكامل لمركز البيانات

المسار السلبي. يمكن لمعدات تكنولوجيا المعلومات الآن الاستفادة الكاملة من مسارات الإمداد المزدوج وبالتالي الاستفادة من وحدات إمداد الطاقة المزدوجة

لكل خادم، على سبيل المثال. ونتيجة لذلك، يتم تقليل عدد نقاط الفشل الفردية بشكل كبير. ومع ذلك، فإن مسار التسليم السلبي لا يتطلب UPS، لذلك خلال ظروف الطوارئ يكون النظام عرضة لظروف المرافق، وبالتالي من المحتمل أن يتعرض لمشاكل في جودة طاقة المرافق أو حتى فترات انقطاع التيار الكهربائي



المستوى الرابع Tier IV

تم اعتماد عدد صغير نسبياً من مراكز البيانات في العالم كتصميمات من المستوى IV.

إنها أنظمة مزدوجة كاملة زائدة عن الحاجة وتعمل بشكل نشط بالتوازي. بحكم التكرار تصنيف

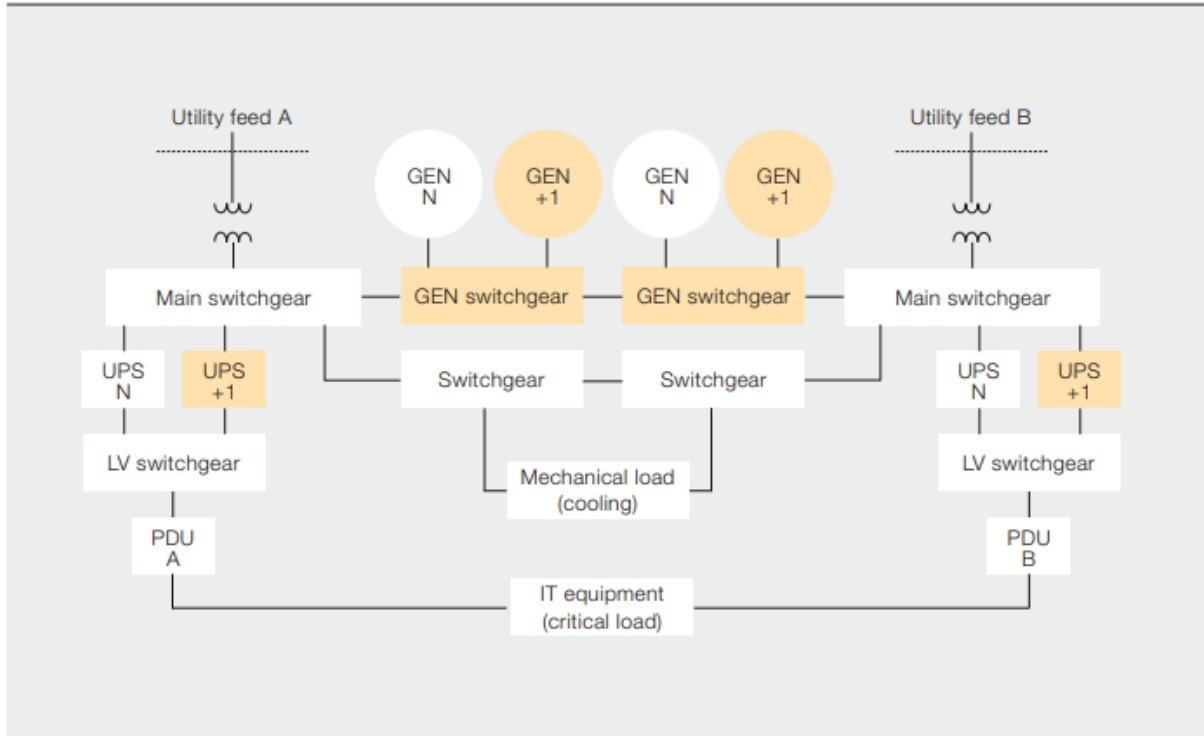
يجب أن يكون كل مسار 100 بالمائة من الحمل، وبالتالي فإن الحد الأقصى لاستخدام المسارين في ظل ظروف التشغيل العادية هو 50 بالمائة كحد أقصى. بالإضافة إلى ذلك، ستحتوي بعض تصميمات المستوى IV على N+1 من وحدات UPS ومجموعات المولدات في كل مسار، مما يزيد من التعقيد والتكلفة ولكن في نفس الوقت يحصل على جزء قيم من النسبة المئوية (0.01 بالمائة على وجه الدقة) للتوافر.

الهدف من توفر المستوى IV هو السماح بحد أقصى 24 دقيقة سنوياً من وقت التوقف السنوي للمستخدم النهائي الناتج عن الموقع (وهو ما يمثل فشلاً واحداً كل خمس سنوات).

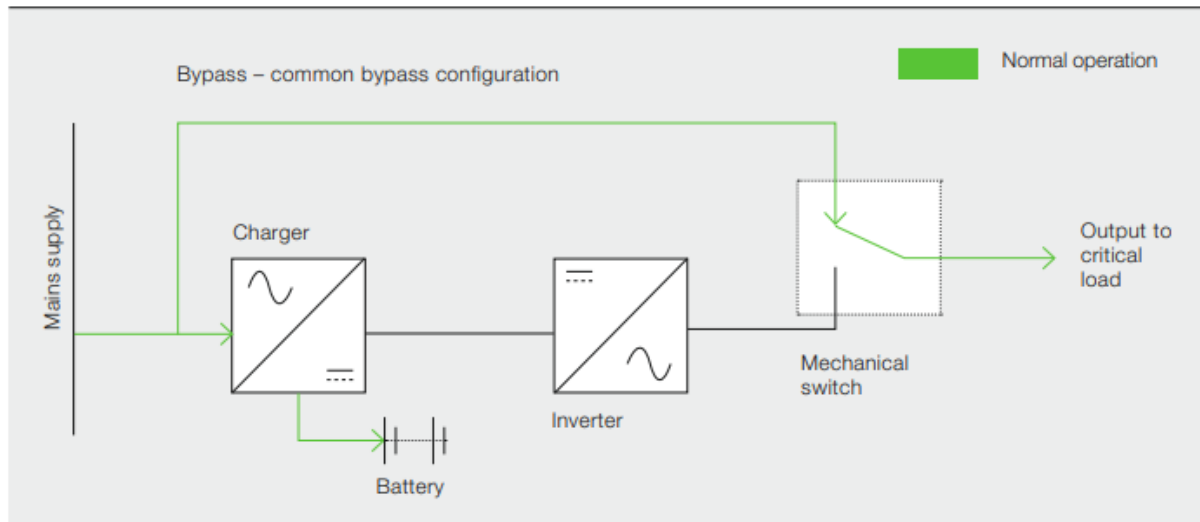
على سبيل المثال، خلال عام واحد، 10 انقطاعات قصيرة للطاقة في مصدر طاقة الخادم، تدوم كل منها 50 مللي ثانية، سيكون لها تأثير أكثر ضرراً على تشغيل الخوادم من انقطاع واحد أطول يبلغ 500 مللي ثانية خلال نفس الفترة الزمنية. على الرغم من أن كلاهما سيؤدي إلى نفس التوفر السنوي (إجمالي 0.5 ثانية من الطاقة المفقودة)، فإن الأول سيؤدي إلى إعادة تشغيل الخوادم وربما فقدان بعض البيانات 10 مرات خلال العام؛ سيؤدي الثاني إلى إعادة تشغيل واحدة فقط في السنة.

هناك حاجة إلى موارد هندسية ذات مهارات عالية لتصميم وتنفيذ وتحسين النظام البيئي لمركز البيانات بأكمله من أجل توافرها وموثوقيتها. إن الطريقة التقليدية للتفكير في التوفر والموثوقية تتغير بسرعة. في الفولتية

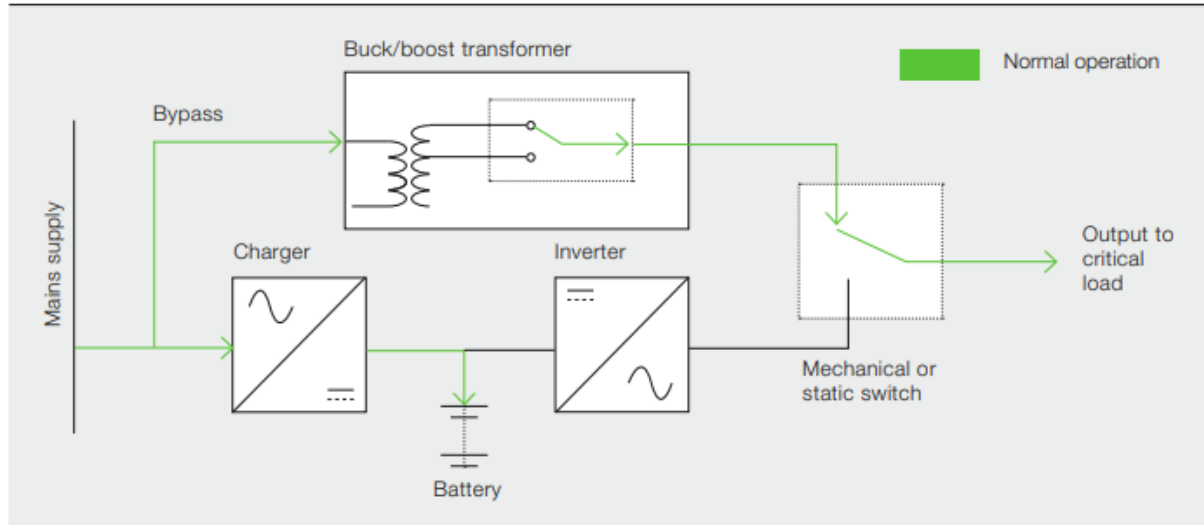
المتزايدة للنظام، تقدم مخططات التبديل الأكثر تطوراً، وأنظمة التشغيل الأوسع لمعدات تكنولوجيا المعلومات، وقبل كل شيء ظهور البرامج المقاومة للفشل والحوسبة السحابية، أبعاداً جديدة لموثوقية مركز البيانات. ابقى على اتصال



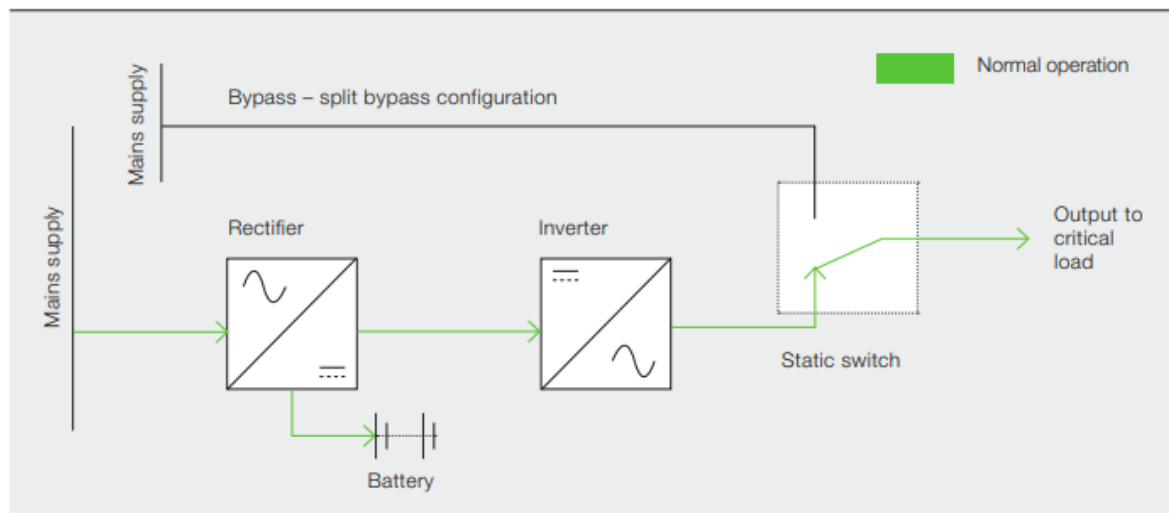
Standby UPS



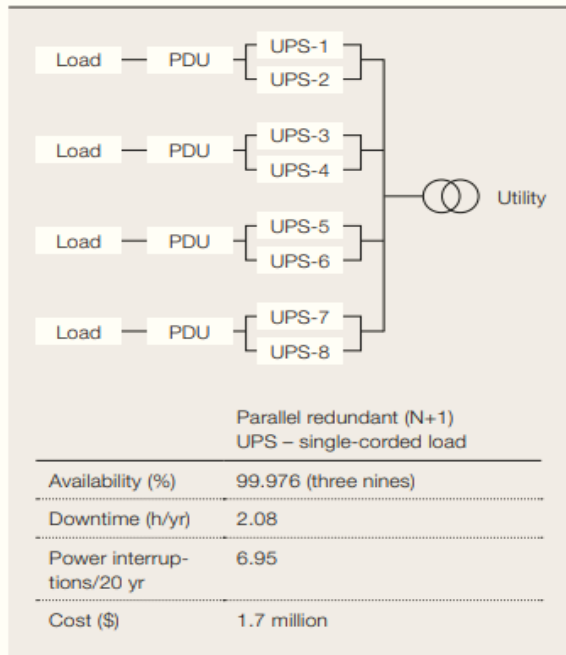
Line-interactive UPS



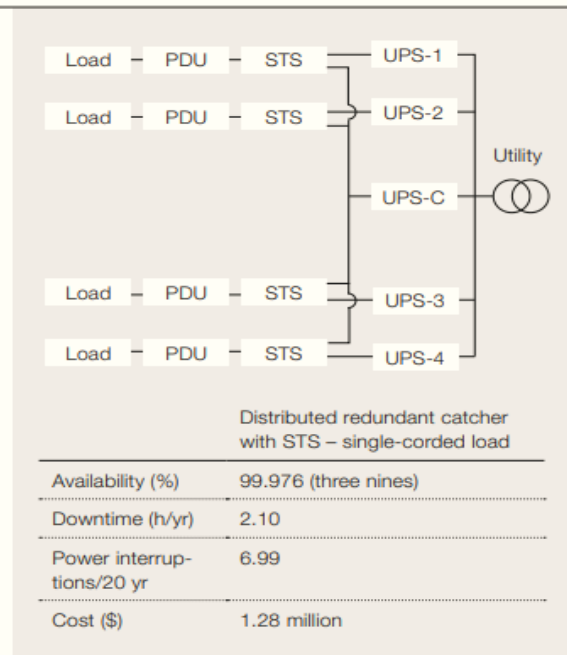
Double-conversion UPS



Parallel redundant (N+1) design with 4 loads vs. distributed redundant “catcher” design

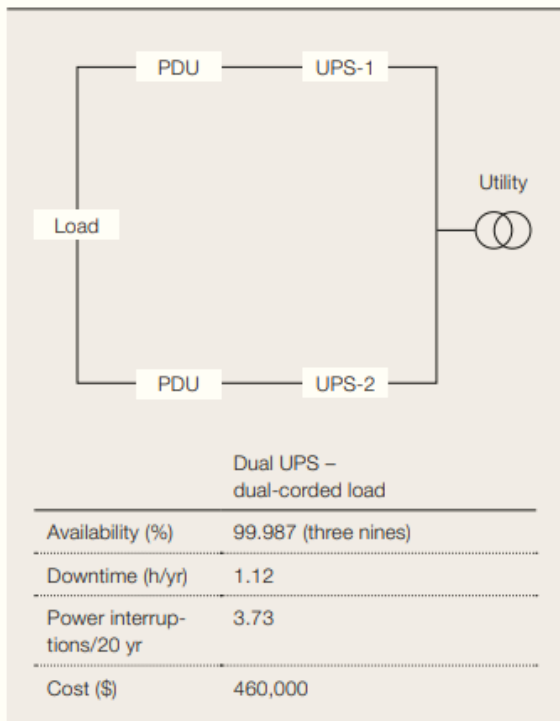


4a (N+1) design

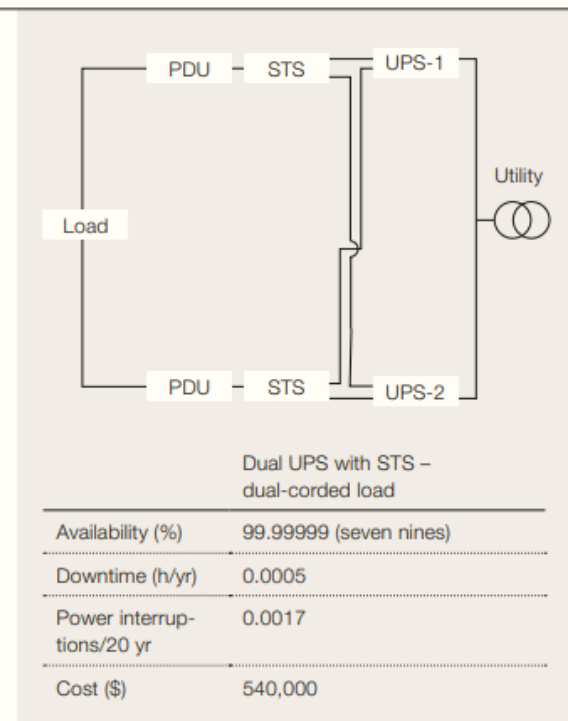


4b Distributed redundant "catcher" design

System plus system redundant with no STS vs. system plus system redundant with STS



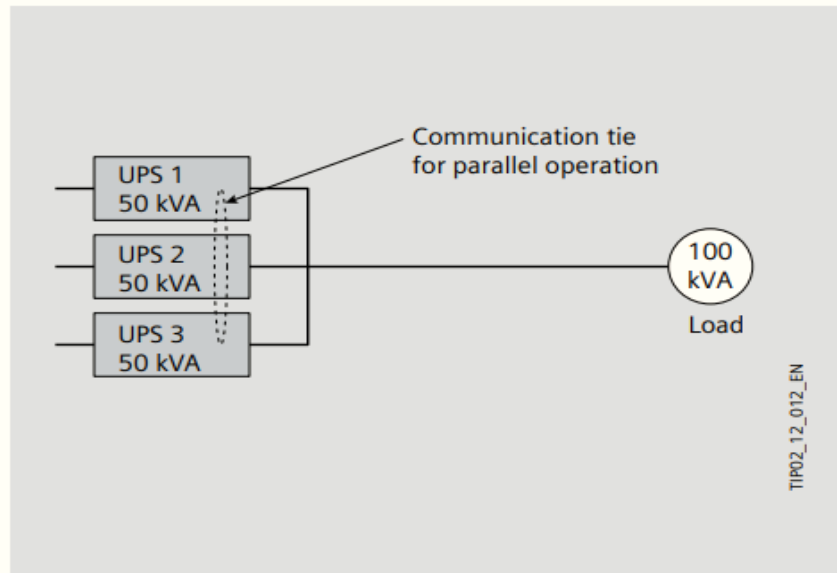
5a System plus system redundant with no STS (2N)



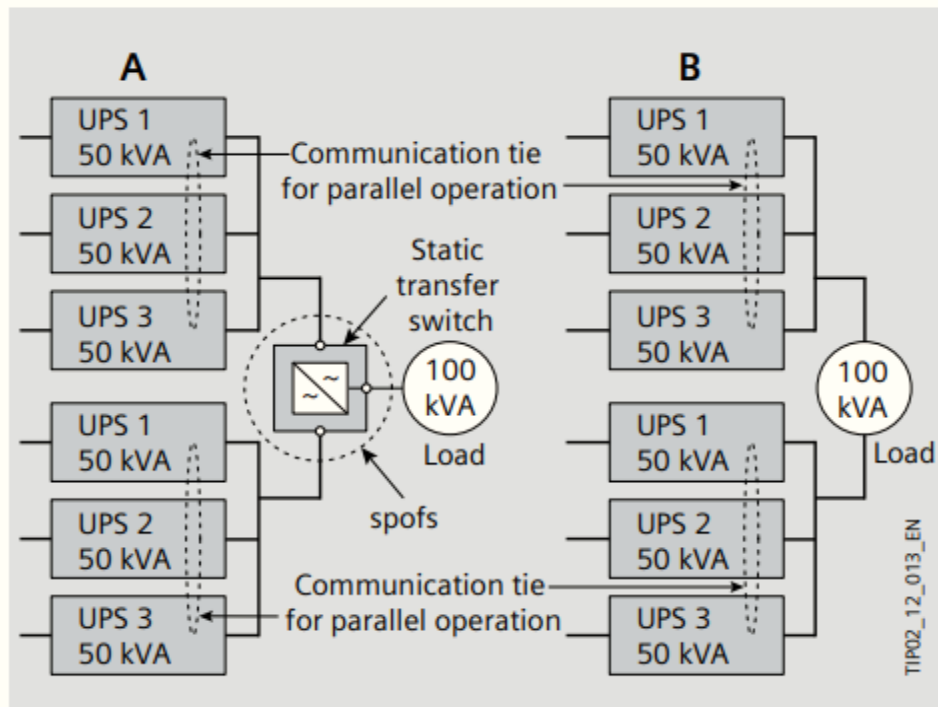
5b With STS (2N)

UPS = uninterruptible power supply / PDU = power distribution unit

Parallel-redundant UPS system with (n+1) equal to (2+1)



System-redundant UPS system with (n+1)+(n+1) for two different load configurations A and B

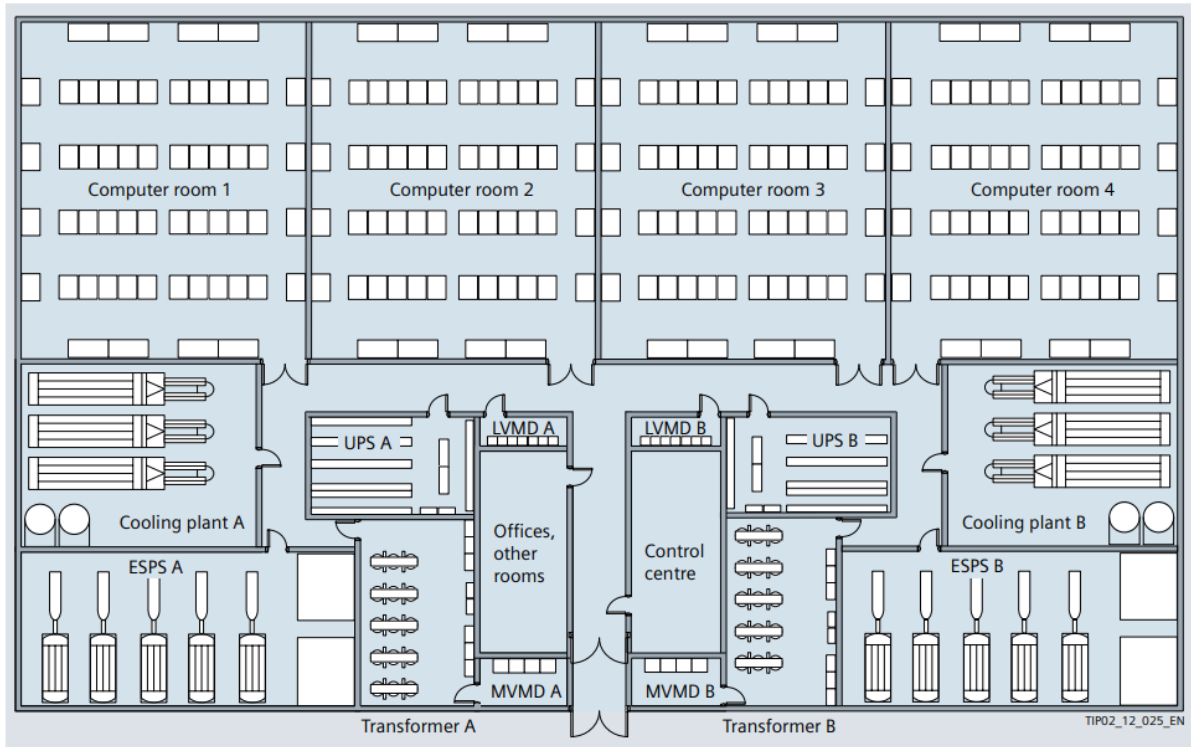


غالبًا ما يتم الاعتماد على عدد الرفوف كأساس لحجم مركز البيانات. لتحديد الطلب على الطاقة لمركز البيانات، سيتم تحديد بيانات النموذج الأساسية الأخرى هي حجم المساحة المتاحة لمكونات تكنولوجيا المعلومات

والاتصالات والطلب على الطاقة لكل رف. تحدد المنشورات الحالية قيمًا متفاوتة على نطاق واسع من 1.5 إلى أكثر من 40 كيلووات حسب الطلب على الطاقة لكل رف

أحد المعايير المهمة لتخطيط توزيع الطاقة الكهربائية هو درجة التوافر المطلوبة ومدى توفرها مفهوم التكرار المقابل أو مواصفات طوبولوجيا الطبقة لإمدادات الطاقة الكهربائية والتبريد على نموذج مركز البيانات لمعهد Uptime وفيما يتعلق بنماذج مركز البيانات الوهمية الموصوفة هنا، تنطبق الافتراضات التالية على مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، و متطلبات الطلب على الطاقة وتوافرها

- 4 computer rooms
- 40 racks (42 height units) in 4 rows per room
- 15 kW power demand per rack, split between blade servers and slimline servers as well as network switches



- يتم حساب متطلبات المساحة لغرف الكمبيوتر من متوسط طاقة لكل وحدة مساحة تبلغ حوالي 2 كيلو وات/م². وذلك لأنه يجب توفير عامل من 5 إلى 10 للممرات الباردة والساخنة cold and hot aisles بالإضافة إلى لوحات التوزيع ومرافق تكييف الهواء فيما يتعلق بمساحة تبلغ 1 م² لكل رف

- يجب أن تأخذ نسبة مساحة سطح مركز البيانات الإجمالي إلى مساحة غرفة الكمبيوتر في الاعتبار العلاقة بين الحجم ومتطلبات التوفر. للحصول على تقدير أولي، يمكن افتراض عامل يعتمد على الطبقة على أساس تصنيف الطبقة لمعهد Uptime كمتطلبات مساحة للبنية التحتية:

- Tier II (n+1) relative to Tier I (n)

Factor 1.2 (for n = 5) to factor 2 (for n = 1)

- Tier III (n+1) relative to Tier II (n+1)

Factor 1.25

- Tier IV (n+n) relative to Tier I (n)

Factor 2

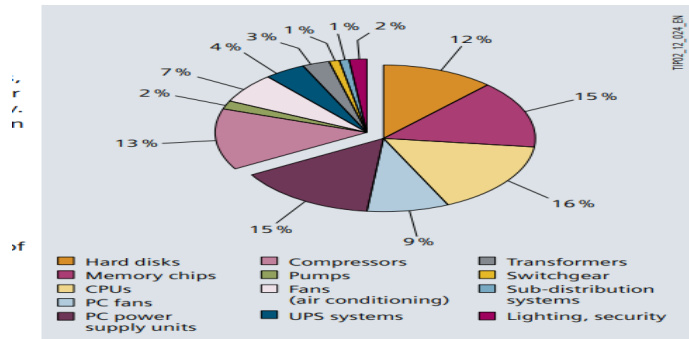
- Tier IV ((n+1)+(n+1)) relative to Tier I (n)

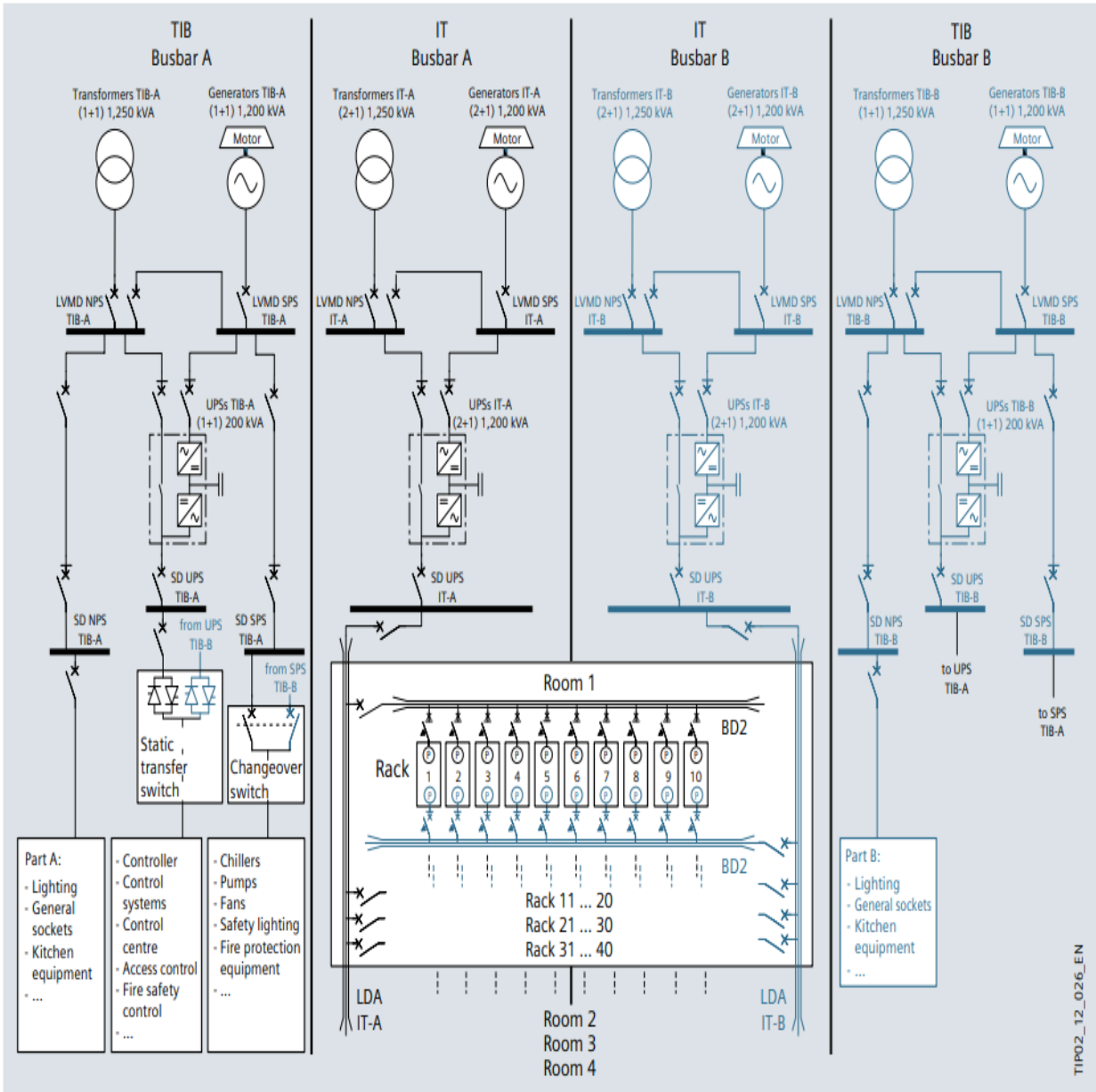
Factor 2.4 (for n = 5) to 4 (for n = 1)

بدءًا من العلاقة النموذجية لمتطلبات المساحة البالغة 2:1 لغرف الكمبيوتر إلى منطقة البنية التحتية مع تكرار (n+1)، تتضاعف قيمة متطلبات المساحة لهيكل المستوى IV المقصود مع ((n+1)+(n+1)) ونتيجة لذلك، تشغل البنية التحتية نفس المساحة التي تشغلها "المساحة البيضاء" white space.

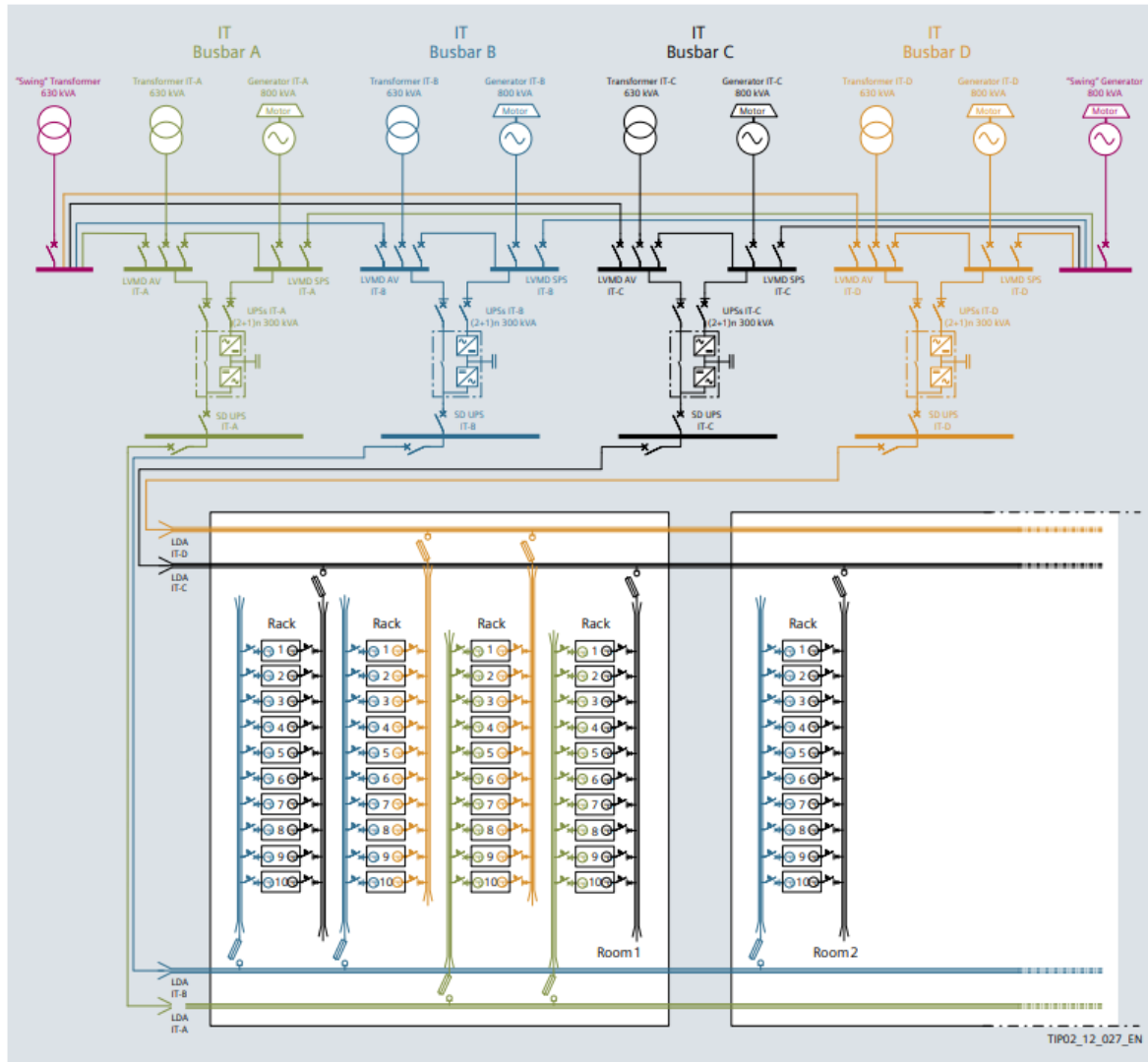
بالنسبة لمكونات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، يعني هذا أن إجمالي الطلب على الطاقة يبلغ 2400 كيلووات، وبافتراض قيمة PUE تبلغ 1.5، فإن الطلب على الطاقة لمركز البيانات يبلغ 3600 كيلووات. تم اختيار كل غرفة من غرف الكمبيوتر الأربع بحجم 300 متر مربع، بحيث يجب توفير مساحة إجمالية تبلغ حوالي 2400 متر مربع لمركز بيانات مصمم للمستوى IV مع ((n+1)+(n+1)). يوضح الشكل 2/5 عرض المخطط التخطيطي لمركز بيانات على مستوى الأرض

$$PUE = \frac{\text{Total power consumption}}{\text{Power consumption of the ICT components}}$$





Pattern of the electric power supply structure for a Tier-IV data center and (n+1)+(n+1) system redundancy



حساب إجمالي متطلبات التبريد لمراكز البيانات

إجمالي مخرجات الحرارة للنظام هي مجموع مخرجات الحرارة للمكونات. يتضمن النظام الكامل معدات تكنولوجيا المعلومات، بالإضافة إلى عناصر أخرى مثل UPS، وتوزيع الطاقة، ووحدات تكييف الهواء، والإضاءة، والأشخاص. ولحسن الحظ، يمكن تحديد معدلات إنتاج الحرارة لهذه العناصر بسهولة من خلال قواعد بسيطة وموحدة.

يتكون خرج الحرارة من UPS وأنظمة توزيع الطاقة من خسارة ثابتة وخسارة تتناسب مع قوة التشغيل. هذه الخسائر متسقة بما فيه الكفاية عبر العلامات التجارية للمعدات ونماذجها، وبالتالي يمكن تقريبها دون أخطاء كبيرة. ويمكن أيضاً تقدير الإضاءة والأشخاص بسهولة باستخدام القيم القياسية. المعلومات الوحيدة المطلوبة لتحديد حمل التبريد للنظام بأكمله هي بعض القيم المتوفرة بسهولة، مثل مساحة الأرض بالقدم المربع، وقوة النظام الكهربائي المقدرة.

تنتج وحدات تكييف الهواء كمية كبيرة من الحرارة من المراوح والضواغط. يتم صرف هذه الحرارة إلى الخارج ولا تخلق حملاً حرارياً داخل مركز البيانات.

ومع ذلك، فإنه ينتقص من كفاءة نظام تكييف الهواء ويتم أخذه في الاعتبار عادة عندما يتم تحديد حجم مكيف الهواء.

من الممكن إجراء تحليل حراري مفصل باستخدام بيانات الإخراج الحراري لكل عنصر في مركز البيانات، ولكن التقدير السريع باستخدام قواعد بسيطة يعطي نتائج تقع ضمن هامش الخطأ النموذجي للتحليل الأكثر تعقيداً. يتمتع التقدير السريع أيضاً بميزة أنه يمكن لأي شخص إجراؤه دون معرفة أو تدريب متخصص.

يتم استخدام الجدول الموضح أدناه لحساب heat output calculations

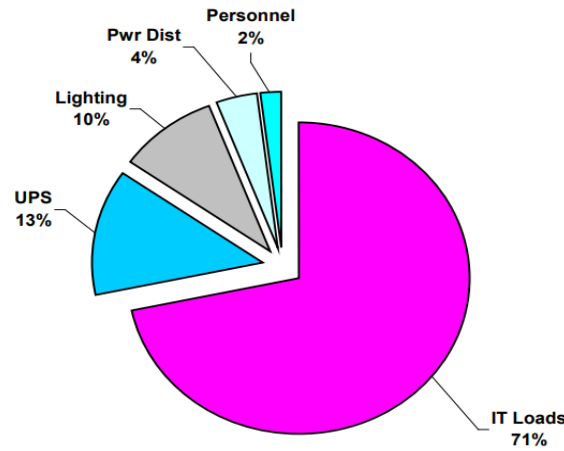
Item	Data required	Heat output calculation	Heat output subtotal
IT equipment	Total IT load power in Watts	Same as total IT load power in watts	_____ Watts
UPS with battery	Power system rated power in Watts	$(0.04 \times \text{Power system rating}) + (0.05 \times \text{Total IT load power})$	_____ Watts
Power distribution	Power system rated power in Watts	$(0.01 \times \text{Power system rating}) + (0.02 \times \text{Total IT load power})$	_____ Watts
Lighting	Floor area in square feet, or Floor area in square meters	$1.33 \times \text{floor area (sq ft)}^3$, or $14.32 \times \text{floor area (sq m)}$	_____ Watts
People	Max # of personnel in data center	$100 \times \text{Max \# of personnel}$	_____ Watts
Total	Subtotals from above	Sum of heat output subtotals	_____ Watts

3 ANSI/ASHRAE 90.1-2016 lighting power density for computer rooms

يتم وصف الإخراج الحراري لنظام نموذجي. يتم استخدام مركز بيانات مساحته 5000 قدم مربع (465 مترًا مربعًا) بقدرة 250 كيلو واط مع 150 حاملًا والحد الأقصى للموظفين 20 شخصًا كمثال.

من المفترض أن يتم تحميل مركز البيانات إلى 30% من السعة، وهو أمر نموذجي لتجنب التكاليف الناتجة عن زيادة حجم مركز البيانات والبنية التحتية لغرفة الشبكة. سيكون إجمالي حمل تكنولوجيا المعلومات لمركز البيانات في هذه الحالة 30% من 250 كيلو واط، أو 75 كيلو واط. في ظل هذه الحالة، يبلغ إجمالي الناتج الحراري لمركز البيانات 105 كيلو واط، أو ما يقرب من 50% أكثر من حمل تكنولوجيا المعلومات.

في المثال النموذجي، تظهر المساهمة النسبية لأنواع المختلفة من العناصر في مركز البيانات في إجمالي الناتج الحراري في الشكل التالي



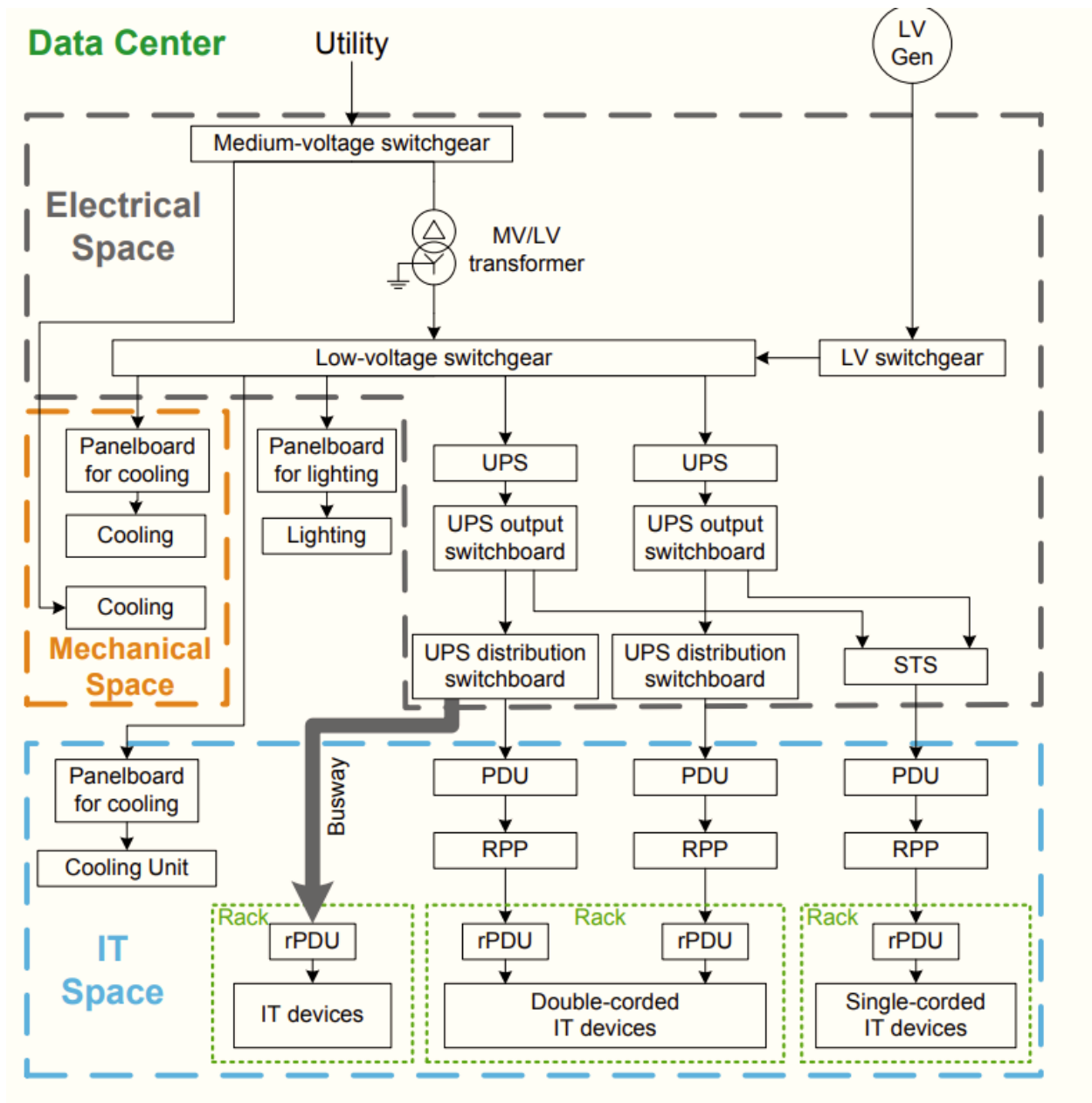
لاحظ أن المساهمات في الإخراج الحراري لوحدة UPS وتوزيع الطاقة يتم تضخيمها من خلال حقيقة أن النظام يعمل بنسبة 30% فقط من سعته. لو كان النظام عند التشغيل بنسبة 100% من طاقتها، ستزداد كفاءة أنظمة الطاقة وستتخفض مساهماتها النسبية في الناتج الحراري للنظام. إن الخسارة الكبيرة في الكفاءة هي تكلفة حقيقة لتضخيم حجم النظام.

يتجاهل التحليل المسبق مصادر الحرارة البيئية مثل ضوء الشمس من خلال النوافذ والحرارة التي يتم توصيلها من الجدران الخارجية. العديد من مراكز البيانات الصغيرة وغرف الشبكات لها جدران أو نوافذ إلى الخارج، فلا يوجد خطأ ناتج عن هذا الافتراض.

ومع ذلك، بالنسبة لمراكز البيانات الكبيرة ذات الجدران أو الأسطح المكشوفة للأماكن الخارجية، تدخل حرارة إضافية إلى مركز البيانات والتي يجب إزالتها بواسطة نظام تكييف الهواء.

إذا كانت غرفة البيانات تقع داخل حدود منشأة مكيفة، فقد يتم تجاهل مصادر الحرارة الأخرى. إذا كان مركز البيانات به تعرض كبير للجدار أو السقف في الخارج، سيحتاج استشاري التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) إلى تقييم الحد الأقصى للحمل الحراري ويجب إضافته إلى المتطلبات الحرارية للنظام الكامل المحدد في القسم السابق

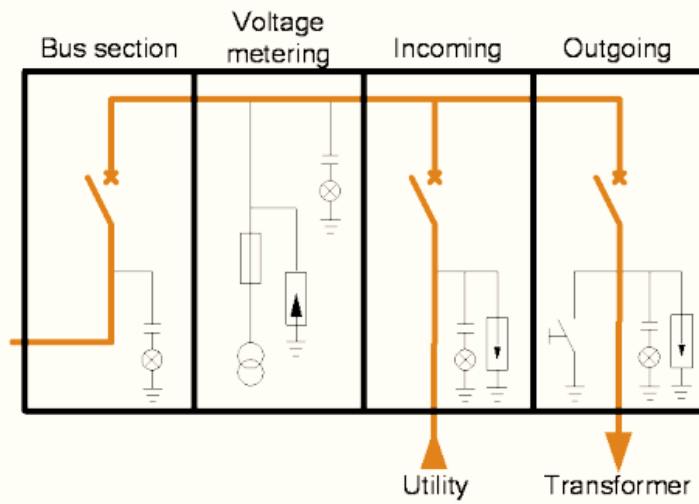
شرح العناصر المستخدمة في مراكز البيانات بالصورة



MV switchgear and its one-line diagram



(a) Picture of MV switchgear



(b) One-line diagram of MV switchgear



(a) MV/LV dry type transformer

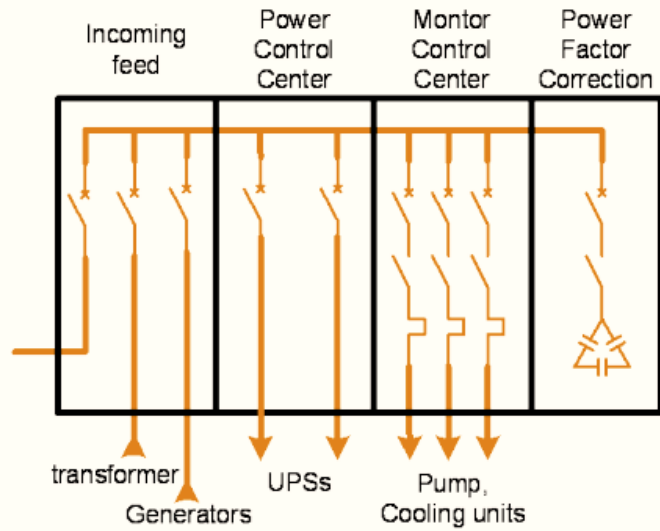


(b) Dry type transformer with enclosure

Low-voltage switchgear/switchboard / automatic transfer switch (ATS)



(a) LV switchgear



(b) One-line diagram of LV switchgear

UPS



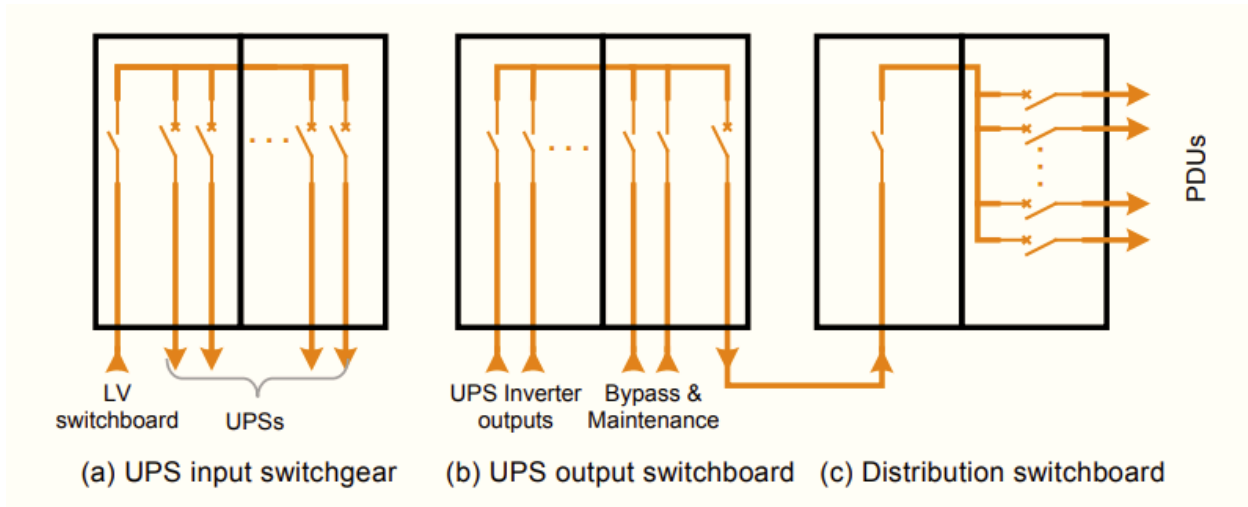
(a) Galaxy 7000 UPS



(b) Symmetra PX modular UPS

One-line diagram of:

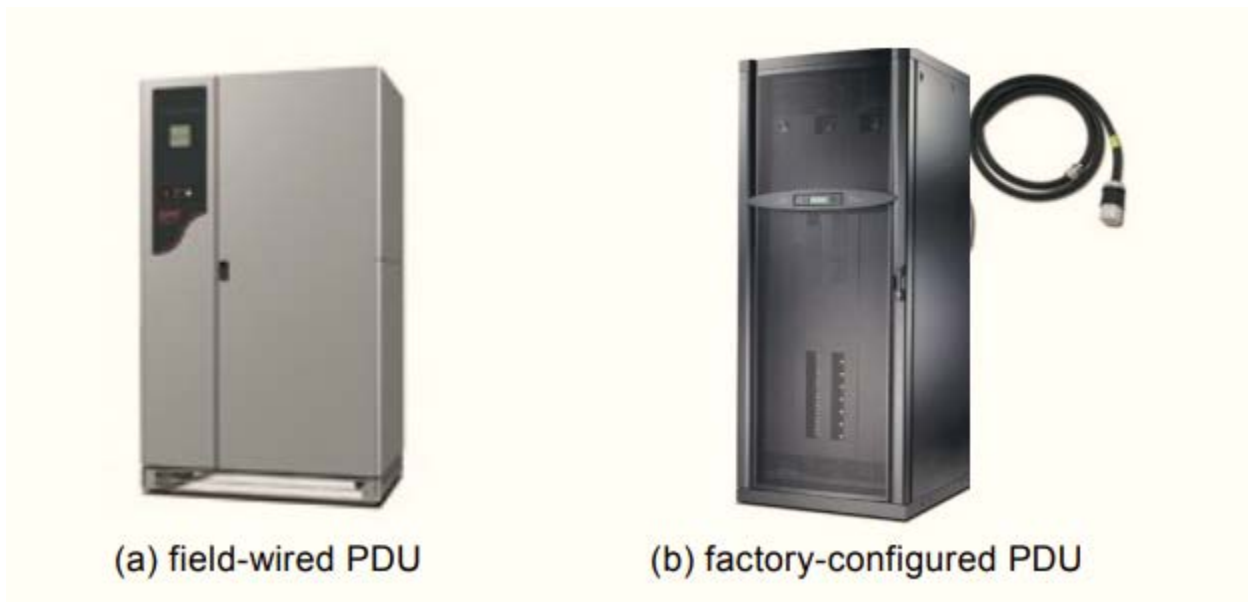
- (a) UPS input switchboard
- (b) UPS output switchboard.
- (c) UPS distribution switchboard



Power distribution Units (PDUs) and remote power panels (RPPs)

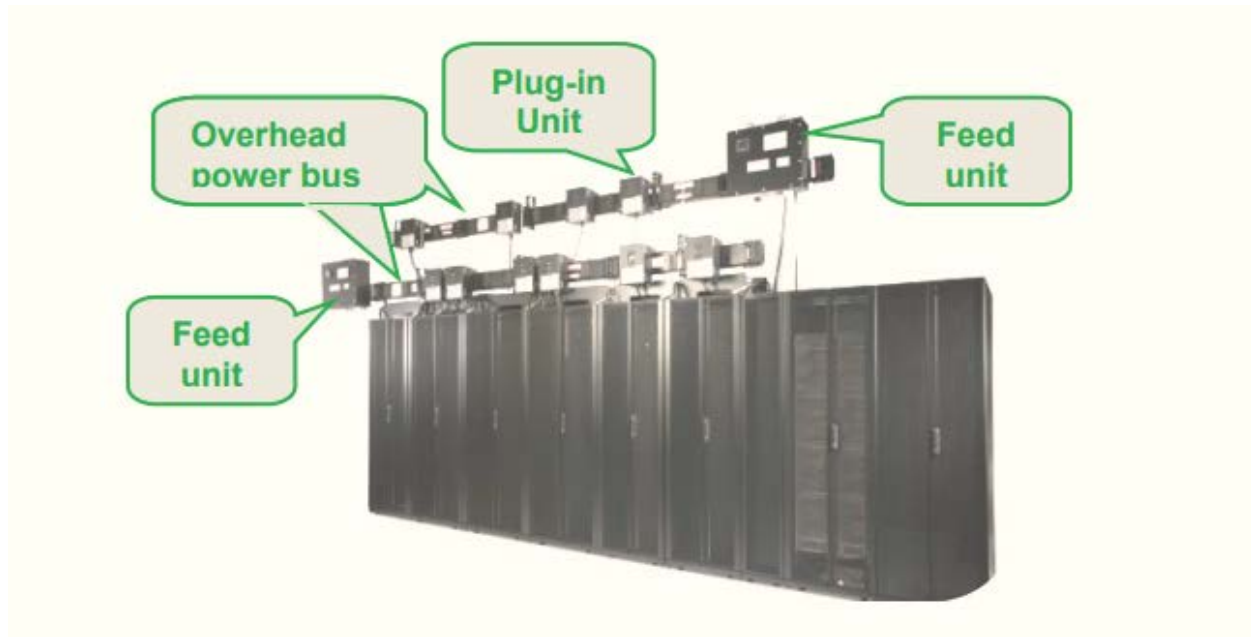
Traditional PDUs:

- (a) fire-wired PDU.
- (b) factory-configured PDU



Busway

One example of busway with 2N redundancy mounted overhead in IT space



Panelboard



Rack PDUs (rPDUs) / outlet strips

Example of rack PDU



مقارنة سريعة لمعدات التوزيع الكهربائية لمراكز البيانات

Parameter	MV Switchgear	Transformers	LV Switchboard	Panelboard	PDU/RPPs
Location	Electrical Space	Electrical space, IT room	Electrical Space	Electrical space, mech space, IT room	IT room
CB type	Vacuum CB	N/A	Air CB; MCCBs;	MCCBs; General CBs	MCCBs; General CBs
Rated voltage	MV	LV and MV	LV	LV	LV
Power rating	4-50MVA	50kVA-50MVA	100kVA-6MVA	1.5kVA-75kVA	50kW-500kW
Equipment cost per kW of data center capacity	\$8 - \$92	\$35 - \$90	\$80 - \$200	\$20 - \$40	\$100 - \$400

مقارنة سريعة لطبقات تكوينات مراكز البيانات

Tier System

Attribute / Statistic	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Power and Cooling Delivery Paths	1 Active	1 Active	1 Active 1 Passive	2 Active
Redundant Components	N	N + 1	N + 1	2(N + 1)
Support Space to Raised Floor Ratio	20%	30%	80 - 90%	100%
Initial Watts / sqft	20 - 30	40 - 50	40 - 60	50 - 80
Ultimate Watts / sqft	20 - 30	40 - 50	100 - 150	150+
Raised Floor Height	12"	18"	30 - 36"	30 - 36"
Floor Loading Pounds / sqft	85	100	150	150+
Utility Voltage	208, 480	208, 480	12 - 15 kV	12 - 15 kV
Months to Implement	3	3 - 6	15 - 20	15 - 20
Year First Deployed	1965	1970	1985	1995
Construction \$ / sqft	\$450	\$600	\$900	\$1,100+
Annual IT Downtime Due to Site	28.8 hrs	22.0 hrs	1.6 hrs	0.4 hrs
Site Availability	99.67%	99.75%	99.98%	100.00%

Source: The Uptime Institute

plante
moran

Besopasnosth

The complex of security systems (SSS) includes the following systems.

SOTS is a security and alarm system that provides protection of the data center territory, including all areas of responsibility (Tier I-IV).

ACS is an access control and management system designed to control and authorize the access of people to areas of responsibility 2 and 3 (Tier II-IV).

DT is an inspection technique used to control the presence of unauthorized items in people's possession, to inspect vehicles (Tier IV).

STN is a television surveillance system designed for round-the-clock visual control of the territory and premises of the data center (all areas of responsibility) and technological processes (Tier III-IV).

ISS is an information security system that provides the highest possible level of protection of confidential information stored and moved in the computer networks of the data center. The requirements for it are formulated in accordance with the documents of the FSTEC of Russia. As a rule, it is necessary to have a Tier III level.

Means of physical protection (protective shells, safes and vaults) are considered in "IKS" No10'2010 (p. 84) and 11'2010 (p. 83).

SKP is a leak monitoring system designed to detect abnormal fluid occurrence and automatically control process water supply valves (Tier II-IV).

SMS – cabinet monitoring system, responsible for monitoring temperature, humidity, air flow velocity inside cabinets with active equipment (area 11), registering emergency situations (fire, door opening, etc.) (Tier II–IV).

SIS – intercom and selector – provide wire communication between posts and/or technical rooms, services and the control room on the territory of the data center (Tier III–IV).

CDP is a central dispatch post. A hardware and software complex designed to integrate data center ITIS systems into a single whole in order to optimize the management of all incoming systems (Tier II-IV).

Protivopojarnasashita

The complex of fire protection systems includes the following components.

SAPS is an automatic fire alarm system that provides fire protection of the data center territory and material assets (Tier I-IV).

SCS is a public address system for fire alarm and evacuation control, responsible for notifying people about fire, emergencies (Tier I-IV).

A water fire extinguishing system is designed for local fire extinguishing and cooling of building structures in Area 1, with the exception of Areas 4, 6–9, 11 (Tier III–IV).

SAGP is an automatic gas fire extinguishing system that provides fire protection for rooms in areas 4, 6-9, 11 (Tier III-IV).

SDP is a smoke exhaust and air pressure system that prevents the spread of fire, provides ventilation of premises and removal of combustion products after fire extinguishing (Tier III-IV).

RPE – personal respiratory protective equipment: self-rescuers, insulating gas masks (Tier III-IV).

PO – manual fire extinguishers (Tier I-IV).

Servis

The complex of service systems (CSS) consists of the following systems.

SCS is a structured cabling system. It provides the transmission of information via standard protocols of communication systems, as well as the transmission of telecommunication and information signals (Tier I-IV).

CASO is an active network equipment system. Organizes information exchange between various subscribers of the SCS system, including conversion, encryption, packetization, routing, transmission of digital, voice and video information (Tier III-IV).

SK – conduit system (trays and boxes). Its purpose is to place, organize, protect and hide cables, wires and communications of all engineering systems (Tier I-IV).

SF – raised floor system. It is designed to evenly distribute the weight of the equipment over the area of the data center premises, place communications, supply air conditioning to the racks with equipment (Tier II-IV).

Private label is a system of furniture for technological workplaces, which optimizes the use of space above the workplace, helps to properly organize the workplace (Tier III-IV).

CP – Operational Radio Communication System. Provides security personnel with wireless communication on the territory of the facility with each other and with the CDP (Tier III-IV).

MF is an electrical clock system that displays a single and accurate time and information within the data center. It is synchronized from accurate time signals via DCF 77 radio channel, GPS signal from satellite (Tier III-IV).

CT is a telephone communication system that provides the territory of the data center with addressable voice (telephony) communication (Tier IV).

CCT is a satellite television system. It is needed solely to achieve the total rating of the Tier IV – Gold data center and does not affect the reliability of the data center.

Electroborudovanie

The complex of electrical equipment systems (CSS) includes the following systems.

SPZ – building protective grounding system (grounding loop); current spread resistance of no more than 4 Ohms (Tier I-IV).

SMZ – lightning protection system. The data center building must be equipped with lightning protection devices of category II with a zone of protection against damage "B" (SO 153-34.21.122-2003) (Tier I-IV).

SRZ is a system of working protection grounding. A separate second telecommunication grounding circuit, with a current spreading resistance of no more than 1 Ohm. A third separate metering circuit (Tier II-IV) can be arranged.

SUP is a potential bonding system. Data center premises (Area 2, except for Area 10) are equipped with a local equipotential bonding device in accordance with Appendix B3 of GOST R 50571.21-2000 (IEC 60364-5-548-96) (Tier II-IV).

SVE is a dedicated power supply system. It is used to organize power supply for dedicated premises and includes three components: a non-guaranteed power supply system (ESS), a guaranteed power supply system (SGE) and a backup power supply system (RE) (Tier II-IV).

SGE – uninterruptible power supply system (part of the SVE system). It provides electricity to consumers who are sensitive to power outages (based on UPS and batteries). Battery life ranges from a few minutes to several hours (Tier II-IV).

SE – backup power supply system (part of the SVE system). It is designed for autonomous power supply to consumers in case of long-term disturbances in general-purpose networks (based on an independent machine generator of electricity). Battery life is limited only by fuel reserves. Required from Tier II level; for Tier III and IV levels, it is the main power supply system.

ESR is an emergency power outage system. Emergency shutdown of the data center by forced power outage (Tier II-IV).

SOO is the main electric lighting system. Its purpose is artificial round-the-clock lighting of data center premises (Tier I-IV).

SAO – Emergency Electric Lighting System. Supports artificial lighting of the data center premises for a specified time in case of failure of all power supply systems - main and backup, including UPS (Tier I-IV).

Ingenerno-texnicheskiesystems

The complex of engineering and technical systems (CITS) includes the following components.

SPM-5 is a precision air conditioning (microclimate) system in a data center, designed to create and automatically regulate air parameters in closed technological rooms when supplying conditioned air under the raised floor (Tier II-IV).

SPM-30 is a precision air conditioning (microclimate) system designed to remove heat inflows of 10-30 kW from one cabinet with active equipment. It is built on the basis of sealed water-cooled cabinets and a chiller (Tier II-IV).

ICS is a ventilation and air conditioning system in the premises of a data center with permanent workplaces. Organizes air exchange for a given state of the air environment in rooms and workplaces (Tier I-IV).

ISL is a process water treatment system responsible for the preparation of demineralized water for steam generators that are part of climate control and air conditioning systems (Tier II-IV).

SD is a drainage system for condensate removal of precision air conditioning systems, elimination of the consequences of leaks (Tier II-IV).

CO is a heating system that provides a set air temperature in rooms and workplaces (Tier IV).

VK – water supply and sewerage. Ensure the supply of water to the data center for technological and own household needs (Tier IV).

LP – process elevators and lifts. Designed for lifting data center process equipment and other cargo (Tier III-IV).

Sistemnogofunctionalanhsalov

KSMZ is a complex of multifunctional hall systems designed exclusively to achieve the total rating of the Tier IV – Gold data center. It does not affect the reliability of the data center.

Obslugivanieitexnichescapoderjka

KOTP is a complex of support, maintenance and technical support. It includes personnel who ensure the current operation of the data center, security, workplaces, equipment and tools, warehouses, parking lots (Tier III-IV).

المراجع

- DATA CENTER HANDBOOK
- Data centers by abb
- Hawiye Geng, P.E. Amica Association Palo Alto, CA, USA
- Design of the data center Andrey Prudnikov
- Data center Integrated Solutions by LeGrand
- DATA CENTERS by CommScope
- REDGROUND™ System for Data Center Grounding
- PANDUIT STRUCTUREDGROUND™ SYSTEM FOR DATA CENTER GROUNDING
- Data Centre Facility Design : Standard & Guideline
- System plus system (2N) electrical distribution Data Center Design IEC 0.5 MW IT load design
- Three Key-Elements for Data Center Facilities Sizing in Early Stage of Design
- Ahmed, K. M. U., Bollen, M. H. J. and Alvarez, M., A Review of Data Centers Energy Consumption and Reliability
- Modeling, in IEEE Access, vol. 9, pp. 152536-152563, 2021.
- Arno, R., Friedl, A., Gross, P., and Schuerger, R. J., Reliability of data centers by tier classification, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 48, no. 2, pp. 777–783, Mar. 2012
- ASHRAE. Technical Committee TC 9.9. Available at <https://tc0909.ashraetcs.org/>. Accessed on March 1, 2020.
- ASHRAE (Climate Design Data). Available at: <http://ashrae-meteo.info/v2.0/places.php?continent=Asia>, 2021
- Avelar, V., Zacho, M., Battery Technology for Data Centers: VRLA vs. Li-ion, White Paper 229, Rev 1, Schneider Electric., December 1, 2017.
- Bharany, S.; Sharma, S.; Khalaf, O.I.; Abdulsahib, G.M.; Al Humaimeedy, A.S.; Aldhyani, T.H.H.; Maashi, M.; Alkahtani, H. A Systematic Survey on Energy-Efficient Techniques in Sustainable Cloud Computing. Sustainability 2022, 14, 6256.
- Chalise, S., Golshani, A., Awasthi, S. Ra., Ma, S., Shrestha, B. R., Bajracharya, L., Sun, W., and Tonkoski, R., Data
- center energy systems: Current technology and future direction, IEEE Power & Energy Society General Meeting, Denver, CO, pp. 1-5, 2015.
- Davis, J., Bizo, D., Lawrence, A., Rogers, O., Smolaks, M., Global Data Center Survey Report 2022, Uptime Institute. Accessed on September 14, 2022.
- Dumitrescu, C and Plesca, A., Overview on Energy Efficiency Parameters in Data Centers, International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE), pp.153-156, Iasi, Romania, 2016.
- Evans, T., The Different Technologies for Cooling Data Centers, White Paper 57, Rev 5, Schneider Electric., September 26, 2017.
- Evans, T., Fundamental Principles of Air Conditioners for Information Technology, White Paper 57, Rev 5, Schneider Electric., April 26, 2015.

- Garcia, A., Eduard, O., Jaume, S., Mauro, C., Nirendra, S., Pflugrad, N., Thomas, O., Urbaneck, T., Verena, R.,
- Depoorter, V., Advanced Concepts for Renewable Energy Supply of Data Centres, Riverpublishers, 2017.
- Han, X., Tian, W., VanGilder, J., Zuo, W., Faulkner, C., An open-source fast fluid dynamics model for data center
- thermal management, Energy and Buildings, vol. 230, 2021, 110599, ISSN 0378-7788,
- Harmathy, N., Analysis of Smart Building Solutions for Optimizing Energy, THERMAL SCIENCE, Vol. 26, No. 4A, pp. 3119-3132, 2022.
- Calculating Total Power Requirements for Data Centers White Paper 3 by Richard L. Sawyer
- Calculating Space and Power Density Requirements for Data Centers by Neil Rasmussen
- Generator Set Ratings for Data Centers and Other Applications by cummins
- Application Models for Power Distribution Data Centres by Siemens

الفهرس	
المقدمة	صفحة 2
تعريف مركز البيانات Data Center	صفحة 4
تاريخ الداتا سنتر	صفحة 6
أنوع مراكز البيانات وحجم الخادم	صفحة 7
الشهادات والمعايير للداتا سنتر	صفحة 8
أنواع مراكز البيانات	صفحة 9
تصنيف مراكز البيانات حسب الحجم	صفحة 16
مراكز البيانات المعيارية Modular Data Centers التصميم واعتبارات أخرى	صفحة 18
الطاقة والاستدامة في مراكز البيانات	صفحة 24
كفاءة النظام الكهربائي لمراكز البيانات	صفحة 26
البنية التحتية لمركز البيانات	صفحة 30
المخططات الرئيسية Redundancy schemes الأنظمة الهندسية لمراكز البيانات	صفحة 34
تأريض غرف الداتا سنتر	صفحة 51
الطرق المختلفة لنظام STRUCTURED GROUND™ لتأريض مركز البيانات	صفحة 54
أمثلة عن تأريض مراكز البيانات	صفحة 63
التصميم الكهربائي في مراكز البيانات	صفحة 67
سيناريوهات توفر النظام Availability Scenario	صفحة 73
تشغيل وتحميل الداتا سنتر	صفحة 77
فعالية استخدام الطاقة (PUE)	صفحة 77
Uninterruptible Power Supply System نظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة	صفحة 80
الطبولوجيا أو البنية لنظام إمدادات الطاقة غير المنقطعة	صفحة 83
التكوينات الأساسية لوحدة إمدادات الطاقة الغير منقطعة UPS	صفحة 93
التكوينات المختلفة لتصميم نظام "N+1"	صفحة 98
تكوين زائد متوازي (N + 1) Parallel Redundant Configuration (N + 1)	صفحة 99
التكرار المتوازي مع تكوين ناقل مزدوج (N+1 أو 1+1)	صفحة 99
التكرار المتوازي مع تكوين STS	صفحة 100
النظام الزائد (N+1), 2N+2, [(N+1) + (N+1)], and 2N2	صفحة 101
خلاصة التكوينات المختلفة لوحدة ال UPS المستخدمة في معظم المشاريع	صفحة 102
كيف تعمل تكوينات ال UPS المتوازية؟	صفحة 106
خطوات الحصول على قدرة UPS وتكويناته	صفحة 116
حساب سعة وحدات ال UPS لمراكز البيانات خطوة	صفحة 119
حساب القاطع الكهربائي لوحدة ال UPS	صفحة 123
بطاريات وحدات الطاقة الغير منقطعة	صفحة 127
أمثلة عن مواصفات وتكوين بعض وحدات ال UPS لأحد مشاريع الداتا سنتر	صفحة 132

صفحة 142	حساب حجم البطارية لأنظمة UPS
صفحة 143	كفاءة وحدة الطاقة الغير منقطعة UPS وعامل القدرة
صفحة 156	حساب مقاس الكابل لوحدة الـ UPS سواء الداخل والخارج وإلى البطارية
صفحة 157	حساب كابلات من البطارية إلى وحدات الـ UPS
صفحة 159	اختيار المولدات عند وجود وحدات الطاقة الغير منقطعة UPS
صفحة 161	المولدات للداتا سنتر
صفحة 164	تصنيف مولد الداتا سنتر
صفحة 167	طرق حساب قدرة المولد للمشاريع
صفحة 168	أمثلة على حساب قدرة المولدات
صفحة 188	العوامل التي تؤثر على حسابات المولد
صفحة 193	مثال على حساب Derating للمولد في احد مراكز الداتا سنتر
صفحة 194	مثال على حساب حجم الخزان وزمن التشغيل للمولد في احد مراكز الداتا سنتر
صفحة 196	ورقة بيانات لمولد يستخدم في مراكز الداتا سنتر مع لوحات التحكم
صفحة 210	ورقة بيانات للوحات تحكم للمولد مستخدم في الداتا سنتر
صفحة 213	لوحة تحكم الوقود للمولد
صفحة 215	مقارنة أنواع توزيع الطاقة لمركز البيانات
صفحة 222	وحدة توزيع طاقة الحامل (PDU) لمراكز البيانات
صفحة 231	أنواع وحدات PDU للراك في غرف الداتا سنتر
صفحة 234	طرق توزيع الطاقة على الرفوف او الراكات في مراكز البيانات
صفحة 238	الأحمال الكهربائية للداتا سنتر
صفحة 245	أمثلة لحساب كثافة الطاقة للداتا سنتر
صفحة 251	حساب الأحمال الكهربائية لداتا سنتر في مدينة جدة في المملكة العربية السعودية
صفحة 277	مثال على حساب أحمال داتا سنتر N2
صفحة 281	تصميم مركز البيانات خطوة بخطوة
صفحة 299	مشاريع متنوعة من مراكز البيانات
صفحة 320	تصميم مركز بيانات من شركة سيمنس
صفحة 334	حساب إجمالي متطلبات التبريد لمراكز البيانات
صفحة 336	شرح العناصر المستخدمة في مراكز البيانات بالصور
صفحة 347	المراجع
صفحة 349	الفهرس

تم بحمد الله وفضله

مهندس / أحمد عيسى

مهندس أول كهرباء وتيار خفيف