



OPEN

Compute Project

Battery Cabinet Hardware v1.0

Author: Pierluigi Sarti, Technical Lead, Power

1 Scope

This specification defines the requirements for a 75KW stand-alone battery cabinet, with 48VDC nominal voltage, self powered from the AC line, used in a DC system for offline backup functions during AC outages only.

この仕様は、データセンターにおいて AC 停電が生じたときのみに、オフラインのバックアップ機能として用いられる、75KW のスタンドアロン・バッテリー・キャビネットの要件を定義する。なお、その際の公称電圧は 48VDC であり、また、通常時の電源供給は AC ラインから行われるものとする。

2 Contents

1 Scope	2
3 Overview	3
3.1 License	6
4 Cabinet Material and Dimensions	7
5 Environmental Requirements	8
6 Backup Capabilities, Topology	9
7 DC Bus Bar, Components	10
8 Configurability, Scalability	11
8.1 Cabinet Overall Power Sizing	12
9 DC Inrush Current	12
10 Battery Charger, Performances, Load Power	13
11 System Sizing	14
11.1 Rectifier Station (Recharge)	15
12 Low Voltage Disconnect (LVD)	16
12.1 Battery Voltage Plots	16
13 Battery Monitoring, Diagnostic, Service	20

3 Overview

When data center design and hardware design move in concert, they can improve efficiency and reduce power consumption. To this end, the Open Compute Project is a set of technologies that reduces energy consumption and cost, increases reliability and choice in the marketplace, and simplifies operations and maintenance. One key objective is openness—the project is starting with the opening of the specifications and mechanical designs for the major components of a data center, and the efficiency results achieved at facilities using Open Compute technologies.

データセンター・デザインとハードウェア・デザインが協調して動くとき、そこでは効率が改善され、また、電力消費量が低減される。この目的を達成するために、Open Compute Project はテクノロジーのセットとして機能することで、エネルギー消費およびコスト低減や、市場における信頼性と選択肢の拡大、そして、オペレーションとメンテナンスの単純化を実現していく。そこで、きわめて重要になるのが、オープン性である。つまり、このプロジェクトは、データセンターの主要コンポーネントに関するスペックおよびメカニカル・デザインをオープンにし、Open Compute テクノロジーを用いるファシリティで達成された効率をもオープンにしていく。

One component of this project is the battery cabinet. The battery cabinet is a standalone independent cabinet that provides backup power at 48VDC nominal to an Open Compute Project server triplet (custom rack, see the Open Compute Project Server Chassis and Triplet Hardware v1.0 specification) in the event of an AC outage in the data center. The batteries are a sealed VRLA 12V nominal, high-rate discharge type with a 10 year lifespan, commonly used in UPS systems, connected in a series of four elements for each group (called a string), for a nominal string voltage of 48V DC. There are five strings in parallel in the cabinet.

このプロジェクトにおける 1つのコンポーネントとして、バッテリー・キャビネットがある。

このバッテリー・キャビネットは、データセンターにおいて AC 停電が生じたときに、Open Compute Project server triplet（カスタム・ラックに関しては、Open Compute Project Server Chassis と Triplet Hardware v1.0 の仕様書を参照のこと）に対して、48VDC の公称電圧を供給する、スタンドアロンのバックアップ電源である。このバッテリーは、シールドされた VRLA 12V 公称電圧を持ち、高レート放電を、10年のライフ・スパンで実現するタイプである。それらは一般的に、それぞれのグループ（string と呼ばれる）のための、一連の4つの要素に接続される、公称 48V DC の string voltage を充たす、UPS システムの中で使用される。そして、キャビネットの監視は、5つの並列 strings がある。

The backup power requirement for the principal application is in the range of 42KW (6 x 7KW) to 72KW (6 x 12KW). The preliminary power level for all calculations is 56.6KW (6 x 9KW + 2.6KW) for the whole cabinet.

主たる利用形態におけるバックアップ電力要件は、72KW (6 x 12KW) ~ 42KW (6 x 7KW) のレンジとなる。すべてを計算した際の予備電力レベルは、キャビネット全体に対して 56.6KW (6 x 9KW+2.6KW) となる。

The principal application (see Figure 1) is a system load composed of six independent main loads (9KW each nominal) and one secondary load (2.6KW nominal). The main load is the server load (offline backup power) while the secondary load is the IT switches load (online power and backup power). All loads are connected in parallel to the battery cabinet for the related backup functions. However:

主たる利用形態（Figure 1 を参照）とは、6つの独立した主負荷（公称 9KW）と、従負荷（公称 2.6KW）で構成されるシステム負荷のことである。この主負荷とは、サーバー負荷（オフライン・バックアップ電力）のことであり、従負荷とは、IT スイッチ負荷のことである（オンライン電力とバックアップ電力）。すべての負荷は、それに関連するバックアップ機能のために、対象となるバッテリー・キャビネットに並列で接続される。しかし：

- The main load is powered by the batteries only during an AC outage, while it is powered by a separate AC/DC source when AC is present.
- The secondary load (SCL) is always powered by the rectifiers and batteries, whether or not AC is present. Any controllers needed in this application may also run on batteries if they need to be functional all the time.
- この主負荷は、AC が停電するときだけに、バッテリーから電力を供給される。そして、AC が供給されている場合には、別個の AC/DC 電源から電力を供給される。
- この従負荷（SCL）は、AC 電力の有無にかかわらず、常に整流器とバッテリーから電力を供給される。また、各種コントローラーを常に機能させる必要がある場合は、この主負荷においてバッテリー稼働させなければならない。

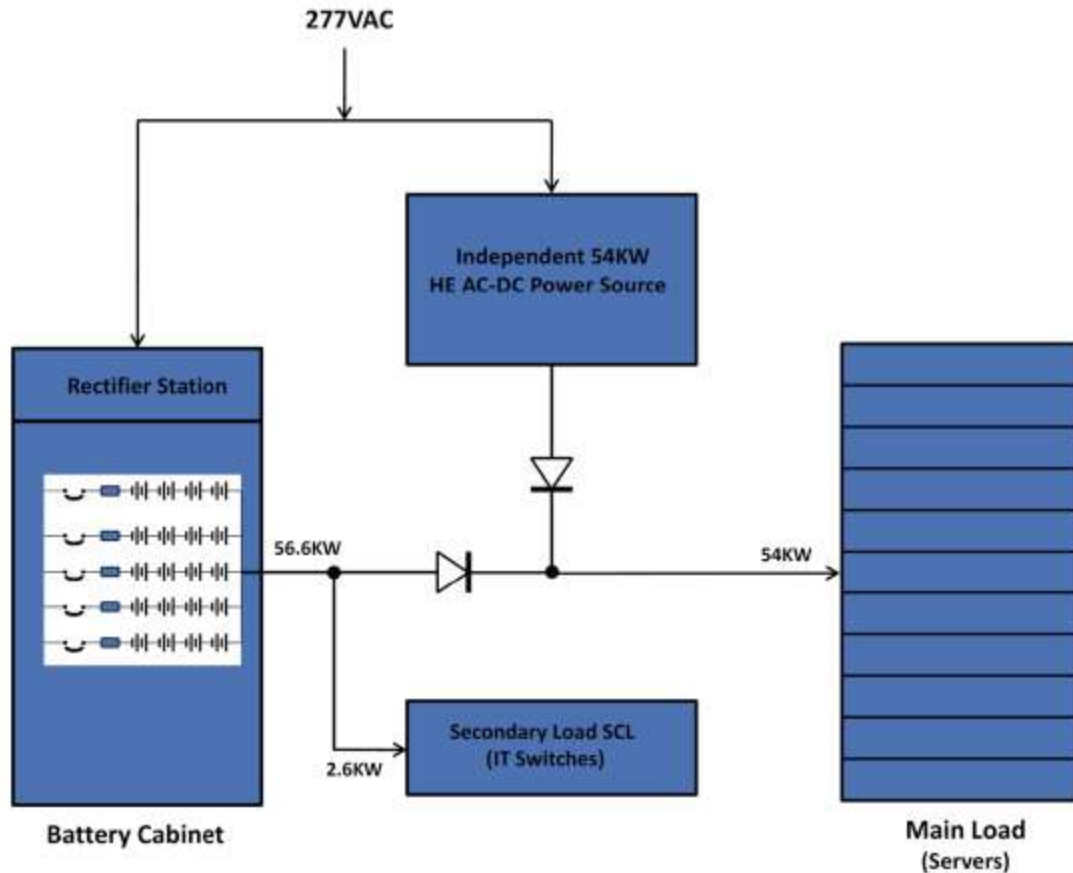


Figure 1 Simplified Block Diagram of the Principal Application

There are three rectifiers in the cabinet fed directly by 277VAC (phase and neutral from the 480VAC three-phase power distribution) implementing the functions of charger, trickle charge, and supply for the SCL. During the trickle-charge phase, the rectifier station supplies just enough current to compensate for the battery's internal leakage plus feeding the SCL that is always present (2.6KW maximum).

277 VAC (480VAC 3相電源分配に基づく phase and neutral) をダイレクトに供給されるキャビネット内に、充電器および、トリクル充電、SCL へ向けた供給機能を実装する、3つの整流器が存在する。トリクル充電の段階において、この整流器 (Rectifier Station) は、バッテリーの内部漏出量に加えて、常に機能している SLC (最大 2.6KW) への供給に値する、十分な電流を提供している。

The rectifiers work in conjunction with their controller (which may or may not be included within the rectifiers' shelf itself) for the charging process and control.

この整流器は、充電のプロセスと制御において、常に専用のコントローラー（整流器に含まれる場合と、そうでない場合がある）と協調している。

The same controller may also handle the real-time impedance battery monitoring process, in addition to the charging process and control. Otherwise, a second "slave" controller may be used.

さらに、同一のコントローラーが、充電のプロセスと制御に加えて、バッテリー・モニタリング・プロセスでリアルタイム・インピーダンスに対応することもある。さもないと、2番目の「スレーブ」コントローラーが用いられることになる。

The controller continuously monitors the health of the batteries (reading of V, I, T, Z, or a subset, including remote data accessibility, EOL approaching status_alarm, and so forth).

そのコントローラーは、バッテリーの健康状態を継続的にモニターする（V, I, T, Z, or a subset の解读に加えて、リモート・データ・アクセシビリティや、EOL による status_alarm へのアプローチなども含む）。

The cabinet includes also several breakers, quick fuse disconnects, Hall sensors, a high current DC bus bar, and an LVD device.

なお、このキャビネットには、いくつかのブレーカーおよび、高速ヒューズ、Hall センサー、高電圧 DC バス・バー、LVD デバイスが含まれる。

The battery cabinet is used in conjunction with information technology equipment and is designed to meet the BS EN 60950-1:2006 standard specification for safety of IT equipment.

このバッテリー・キャビネットは、IT 装置と連携して使用され、IT 装置の安全性のための、BS EN 60950-1 : 2006 Standard 仕様を満たすよう設計される。

3.1 License

As of April 7, 2011, the following persons or entities have made this Specification available under the Open Web Foundation Final Specification Agreement (OWFa 1.0), which is available at <http://www.openwebfoundation.org/legal/the-owf-1-0-agreements/owfa-1-0> :

2011年4月7日の時点で、以下の人々や組織により、Open Web Foundation Final Specification Agreement (OWFa 1.0) の下で、この仕様の利用が可能になった。詳細は、以下で確認できる：
<http://www.openwebfoundation.org/legal/the-owf-1-0-agreements/owfa-1-0>

Facebook, Inc.

You can review the signed copies of the Open Web Foundation Agreement Version 1.0 for this Specification at <http://opencompute.org>, which may also include additional parties to those listed above.

この仕様に関する、Open Web Foundation Agreement Version 1.0 署名入りコピーは、<http://opencompute.org> でレビューが可能となっている。そこには、上記リストに含まれる組織などが、追加されていくだろう。

Your use of this Specification may be subject to other third party rights. THIS SPECIFICATION IS PROVIDED "AS IS." The contributors expressly disclaim any warranties (express, implied, or otherwise), including implied warranties of merchantability, noninfringement, fitness for a particular purpose, or title, related to the Specification. The entire risk as to implementing or otherwise using the Specification is assumed by the Specification implementer and user.

この Specification の、あなたによる使用は、サードパーティの権利に影響されるかもしれない。この仕様は、「現状のまま」で提供される。また、コントリビューターは、あらゆる保証（明示および暗黙など）を拒否するが、その中には、商品性としての暗黙的な保証および、権利侵害の有無、特定の目的に対する適合性、タイトル、この Specification との関連性などが含まれる。この Specification を用いた実装などにおけるリスクは、この Specification の実装者およびユーザーの責任となる。

IN NO EVENT WILL ANY PARTY BE LIABLE TO ANY OTHER PARTY FOR LOST PROFITS OR ANY FORM OF INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OF ANY CHARACTER FROM ANY CAUSES OF ACTION OF ANY KIND WITH RESPECT TO THIS SPECIFICATION OR ITS GOVERNING AGREEMENT, WHETHER BASED ON BREACH OF CONTRACT, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE), OR OTHERWISE, AND WHETHER OR NOT THE OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

4 Cabinet Material and Dimensions

The size of the cabinet is 24" x 36" x 84" (width x depth x height).

このキャブネットのサイズは、24" x 36" x 84" (width x depth x height) となる。

The sheet metal needs to meet the robustness and all related requirements for this type of heavy-duty application, including material reliability and protection against rust. The cabinet is rated for seismic area Zone 4, is a custom design, and seamlessly integrates with the main system. The chassis' metal finishing is pre-plated material and painted. Electro-zinc-plated material is not allowed. The cabinet must have slots to receive a pallet jack for placement and setting. Walls enclose the cabinet completely, with the front panels easily detachable for serviceability. Small air slots are allowed on the front wall and on top side of the back wall for cooling purposes only. The objective is to maximize the airflow impedance between the front of the cabinet (cold aisle) and the back (hot aisle), so that airflow cannot easily go through it (see section 5). Note that batteries need to be kept at the right temperature conditions to maximize their lifetime.

この板金は、物質的な信頼性と錆に対する保護を含めて、堅牢性への過酷な適用に関連する、すべての要件を達成する必要がある。このキャビネットは、地震帯 Zone 4 で評価され、カスタムなデザインを持ち、メイン・システムにスムーズに融け込むものとなる。シャシーに関しては、前もってメッキされ、ペイントされた素材とする。電気亜鉛メッキの素材は、使用できない。このキャビネットは、配置と設定のための、パレット・ジャッキに対応するスロットを持つ必要がある。また、キャビネットをカベに

より取り囲むが、保守を容易にするために、フロント・パネルを簡単に取り外せるようにする。また、冷却を目的としてのみ、フロントとバック・トップに、小さなスロットを設けることができる。その目的は、キャビネットのフロント (cold aisle) とバック上部 (hot aisle) の間の、気流インピーダンスを最大にすることであり、空気が容易に通じ抜けにくいようにする (Section 5 を参照)。注意すべきは、バッテリーのライフ・タイムを最大にするために、適正な温度を保つことにある。

5 Environmental Requirements

The operating temperature range of the battery cabinet is +5°C to +45°C (+41°F to +113°F).
Note: The ideal VRLA battery temperature for longest service life is typically +25°C (+77°F).
At system level, the temperature range of the cold aisle (the front of the cabinet where inlet air slots are) will vary from +5°C (+41°F) to maximum +30°C (+86°F), as a typical cold aisle temperature is not predictable. The maximum temperature of the hot aisle (back of the cabinet where outlet air slots are) is +45°C (+113°F).

このバッテリー・キャビネットの運用温度レンジは、+5°C ~ +45°C (+41°F ~ +113°F) となる。
Note : 最も長い耐用年数を実現するための、理想的な VRLA バッテリー温度は、一般的に +25°C (+77°F) となる。システム・レベルにおいて、コールド・アイルの温度レンジは +5°C (+41°F) ~ +30°C (+86°F) となるが、一般的に、その温度は予測できない。ホット・アイルの最高気温 (バック・パネルの排気スロット部分) は、+45°C (+113°F) となる。

There is an air pressure gradient between the front of the cabinet and the back causing air suction through it (which is proportional to the openings present on the front and back walls), and able to provide some cool air to the batteries. However, as previously mentioned (in section 4), airflow through the cabinet must be minimized as much as possible.

キャビネットのフロントとバックの間には、空気を吸い上げる気圧勾配が生じるため、冷たい空気をバッテリーに供給することが可能となる (フロントとバックにおける、スロットの開口面積に比例する)。ただし、先述のとおり (Section 4)、このキャビネットを通過する空気の量は、可能な限り少なくする必要がある。

- Storage temperature range is -40°C to +70°C (-40°F to +158°F).
- Transportation temperature range is -55°C to +85°C (-67°F to +185°F).
- Operating and storage relative humidity is 10% to 90% (non-condensing).

The ODM is responsible for testing to prove this requirement as well as to propose a shock and vibration qualification test procedure under operative, stationary (storage), and transportation conditions.

この ODM は、対象となる要件を証明するだけでなく、operative/stationary (storage)/transportation の各条件における、ショックと振動に対するテストの手順も提供する。

6 Backup Capabilities, Topology

The battery cabinet provides 45 seconds of runtime at full load. Runtime is defined as a discharge of the whole battery pack (with five battery strings) from the fully charged voltage of 54V ($13.5V \times 4$), to a minimum of 42V ($10.5V \times 4$).

このバッテリー・キャビネットは、フル負荷時において、45秒のランタイムを提供する。ランタイムの定義とは、そのバッテリー・パック全体（5 battery strings）が、フル充電された電圧である 54V ($13.5V \times 4$) が、最小限の電圧である 42V ($10.5V \times 4$) まで、放電されるときのことである。

Lower levels of the minimum allowed voltage may vary with the battery selection (42V is equivalent to a minimum cell voltage of 1.75V; there are six cells in one battery). The load is a constant power load type; the battery type will be selected based on these requirements. Each string is composed of four 12V, UPS-grade, high-current discharge, sealed lead-acid batteries connected in series. The nominal output voltage of one string is 48VDC, while the floating voltage at trickle charge is 54V (full charge status).

その最小値における下限は、バッテリー選択に変化しても構わない（42V が、最低のセル電圧である 1.75V に等しい。つまり、1つのバッテリー内に6つのセルがある）。ここでの負荷とは、一定した電源負荷のタイプとなる。つまり、これらの要件に基づいて、バッテリーのタイプが選択されるだろう。それぞれの string は、4つの 12V および、USP のグレード、高電流による放電、そして、直列に接続された密閉型鉛蓄電池により構成さる。1本の string における公称出力電圧は 48VDC であるが、トリクル充電におけるフローティング電圧は 54V（フル充電ステータス）である。

Note: While the actual floating voltage value can differ depending on battery type, in this specification, 54V is considered as the fully charged level (trickle charge voltage), and 42V as LVD threshold (Low Voltage Disconnect).

Note : この仕様において、実際のフローティング電圧は、バッテリー・タイプごとに異なるものとなるが、フル充電レベルでは 54V となり、また、LVD スレッシュホールド（Low Voltage Disconnect）が 42V となる。

Each battery string sits on one of five levels in the cabinet, where they are placed in parallel to the DC output bus bar to achieve the required backup power.

それぞれのバッテリー・ストリングは、キャビネット内の 5つのレベルの、いずれかに配置される。そして、要求されるバックアップ電力に到達させるために、DC 出力バス・バーと並列に配置される。

The IEEE defines end of useful life (EOL) as the point when the battery can no longer supply 80% of its rated capacity in ampere-hours. Because the relationship between ampere-hours after aging and quick discharge time is not linear, a 20% reduction in capacity (EOL battery) generally results in a much bigger reduction of quick discharge time. For example, a battery string that easily supports 60 seconds of fast discharge time at full load when new, will only support about 40 seconds or less when it reaches its end of useful life status (at the same load conditions).

IEEE は、バッテリーの耐用年数（EOL : end of useful life）について、定格容量の 80%を、アンペア・時で供給できなくなったときと定義している。老朽化した後のアンペア／時の値と、急速放電時間の関係がリニアではなく、一般には、許容量の 20% 低下（EOL battery）が、より大きな急速放電時間の劣化をもたらすとされる。たとえば、新しいバッテリー・ストリングが、フル負荷において 60秒の放電時間を容易にサポートするとき、EOL ステータスに達した古いバッテリーは（同じ負荷条件において）、40秒前後をサポートするだけになる。

Important: The minimum required backup time of 45 seconds, at worst conditions with EOL batteries, needs to be guaranteed and experimentally qualified.

重要：EOL バッテリーによる最悪の状態においても、必要最小限のバックアップ時間として 45秒を保証し、実験においても満たさなければならない。

7 DC Bus Bar, Components

The cabinet includes a bus bar where all the battery strings are connected in parallel. The bus bar is designed to make the interconnection with the main load racks simple and direct, with power cables routed in a clean layout.

このキャビネットには、並列に接続された全てのバッテリー・ストリングの位置に、バス・バーが取り込まれる。そのバス・バーは、クリーンにレイアウトされた電源ケーブルにより、シンプルかつダイレクトに、主負荷ラックを相互接続するよう設計される。

There are no fuses in series to the main (+) and main (-) bus bar outputs, while each battery string includes its own protection fuse with a quick disconnect, which is also used for servicing purposes (it must be a DC high-current part).

バス・バー出力の main (+) と main (-) の系統にはヒューズがないが、それぞれのバッテリー・ストリングには、急速遮断器とプロテクション・ヒューズが含まれ、修理の時にも用いられる（DC 強電流部分であるはずだ）。

The battery cabinet is used as short-term backup for the main load and SCL during an AC outage, but it also continuously powers the SCL (composed of two independent banks of 1.3KW each for a total power of 2.6KW, see sections 3 and 10).

このバッテリー・キャビネットは、AC 停電時における主負荷と SCL のための、短期的なバックアップとして使用されるが、その SCL に対して、連続的に電力を供給することにもなる（それぞれが 1.3KW の、独立した 2つのバンクで構成され、トータルの電力は 2.6KW となる。詳細に関しては、Section 3 と 10 を参照）。

There are several DC circuit breakers sourcing power from the bus bar:

このバス・バーから、電力の供給を受ける、いくつかの DC 回路ブレーカーがある：

- Six DC breakers rated 250A each (minimum) power the main load during an AC outage (6 X 9KW).
- Two DC breakers rated 50A each (minimum) are used to permanently power the SCL (2 x 1.3KW).
- 6個の DC ブレーカー：AC 停電時において主負荷に供給される、それぞれの 250A（最小で）に対応 (6 X 9KW)。
- 2個の DC ブレーカー：恒常的に SLC に供給される、それぞれの 50A（最小で）に対応 (2 x 1.3KW)。

The breakers must be delayed-type components to guarantee improved pulse tolerance helping to minimize nuisance tripping.

これらのブレーカーは、厄介なトリッピングを最小限に抑えるための、パルスへの寛容性を改善する、遅延型コンポーネントとなる必要がある。

8 Configurability, Scalability

The cabinet is sized to support 56.6KW of nominal backup power (main load + SCL). However the design is flexible enough to easily configure cabinets with lower (or higher) power rating, depending on the configuration of the system used in the various applications, and functions.

このキャビネットは、公称 56.6KW（主負荷 + SCL）のバックアップ電源をサポートするように、サイズを定められる。ただし、このデザインは、定格電力の高低に応じて、キャビネットをコンフィグレーションするための、十分な柔軟性を持つようデザインされる。結果として、多様な適用や機能において用いられる、対象システムのコンフィグレーションに依存するようになる。

Lower power levels can be achieved in two ways:

電力の下限レベルは、以下の 2つの方式で達成される：

- By installing less than five battery strings or lower capacity batteries. In this configuration the over current threshold of the charger (rectifier station) needs to be lowered accordingly so as to not exceed the C/5 recharge current. Circuit breakers with updated ratings can be replaced accordingly.
- By instituting a (4+1) redundancy scheme. One battery string is used only in the event of battery failure elsewhere in the cabinet.
- 5 つ以下のバッテリー・ストリングもしくは、低容量バッテリーのインストールで達成。このコンフィグレーションでは、充電器（整流ステーション）の過電流スレッショルドが、C/5 再充電電流を超えないように調整する必要がある。更新されたレートを持つ回路ブレーカーは、それに応じてリプレイスが可能。
- (4+1) 冗長性の、スキームを制定する。キャビネット内のバッテリーに障害が起きたときに、1 つのバッテリー・ストリングを予備として使用する。

Higher power levels can be achieved by replacing the batteries with a model with a higher rating, provided it fits into the cabinet. In this case the recharge current rate may be lower than C/5 since the rectifier station remains the same, unless it is also upgraded accordingly.

電力の上限レベルは、キャビネット内に収まることが前提となるが、高電力タイプのモデルにより、対象となるバッテリーを置き換えることで達成される。このケースにおいて、再充電される電流のレートは、整流器ステーションが変更されず、また、アップグレードされない限り、C/5 より低くなるだろう。

Important: The cabinet chassis accepts the installation of several battery form factors without the need to change chassis part numbers for different battery sizes. The seismic Zone 4 requirement is met in the worst configurations, with the highest total battery cabinet weight.

重要：このキャビネット・シャーシは、各種バッテリー・サイズに対して、シャーシ・パート数を置き換えることなく、いくつかのバッテリー形状を受け入れる。最も重量のあるバッテリー・キャビネットを用いる、最も厳しいコンフィグレーションにおいても、地震 Zone 4 の要件を満たす必要がある。

8.1 Cabinet Overall Power Sizing

The wiring, bus bar, LVD, and so forth need to be electrically sized for a maximum backup capability of 75KW (maximum configurable power) in order to be able to scale up the power if needed. However power would be delivered only during short-term backup in the event of an AC outage. Therefore, the copper must be sized accordingly without necessarily considering 75KW as online power for the corresponding design.

ここでの配線や、バス・バー、LVDなどは、必要に応じた電力の増大に対応するために、最大のバックアップ容量である75KW（コンフィグレーション可能な最大電力）までの、拡張性を持たねければならない。しかし、AC 停電が生じた場合には、短時間のバックアップためだけに、電力が供給されるだろう。したがって、銅線に関しては、そのデザインに対応する、75KW オンライン電力の必要性に合わせること無く、そのサイズを定めなくてはならない。

9 DC Inrush Current

The main load includes a total capacitance that could exceed 0.1 Farad. Fuses should not blow and breakers should not trip when the battery cabinet is first connected to the main system on activation of the breakers. In fact, each of the six breakers could see a capacitance of approximately 20,000 milli-Farad at the first DC turn ON, if DC inrush control at the system level is not included.

ここでの主負荷は、0.1 Farad を超える、トータルでの静電容量を含む。ブレーカーをアクティベーションし、このバッテリー・キャビネットをメイン・システムに接続するときに、ヒューズは切れるべきではなく、また、ブレーカーは遮断されるべきではない。現実には、この6つのブレーカーは、最初にDCが立ち上がるときに、約 20,000 milli-Farad の静電容量に耐えることを確認している。

10 Battery Charger, Performances, Load Power

The cabinet includes a shelf with 3 rectifiers in parallel, called a rectifier station, which may include a rectifier controller within. The nominal power is sized to drive the batteries at a maximum charging rate of C/5, and to source continuous power to the SCL.

このキャビネットには、整流器ステーションと呼ばれる、並列に並べられた 3つの整流器が含まれ、さらに、その中に、整流器コントローラーも含まれるかも知れない。その公称電力は、C/5 の最大の充電レートでバッテリーを駆動し、また、SCL に対して継続的に電力を供給するために、サイズを定められる。

Important: The controllers for the Low Voltage Disconnect, battery, and rectifiers are mentioned throughout the specification as if they were independent devices, but they may be one device only.

重要： この Low Voltage Disconnect および、バッテリー、整流器のためのコントローラーは、それらが独立したデバイスであるかのように仕様を通じて言及されるが、単一のデバイスになるかもしれない。

The input voltage of the station is 277VAC RMS (see section 11.1), and it has one rectifier connected to each of the three 277VAC phase-to-neutral available feeds in the 480VAC three-phase power distribution scheme. A three-phase NEMA connector powers the station. The SCL (IT switches) is powered by 48VDC nominal. The maximum power consumption for the IT switches used for each server triplet is 1.3KW, corresponding to 31A at the 42V LVD threshold (see section 12); the circuit breaker for each chassis load is sized at 50A DC minimum (see section 7).

このステーションへの入力電圧は（section 11.1 を参照）は 277VAC RMS であり、3つの 277VAC phase-to-neutral に対して個々に接続される、1つの整流器を取り込んでいる。それにより、480VAC 3相電源分配スキームでの給電を実現する。3相 NEMA コネクタが、このステーションに電力を供給する。この SCL（IT スイッチ）は、公称 48VDC により電力を供給される。それぞれの server triplet に使用される、IT スイッチにおける最大電力消費量は 1.3KW であり、42V LVD スレッシュホルドでの 31A に対応することになる（section 12 を参照）。つまり、それぞれのシャーシ負荷に対する回路ブレーカーは、最小で 50A DC というサイズを定められる（section 7を参照）。

The total DC power necessary for both chassis (the SCL) is 2.6KW (2 x 1.3KW).

- During the quick discharge phase (backup), the cabinet must be able to deliver 56.6KW of power (54KW + 2.6KW), with the battery strings' voltage decreasing from 54V floating level (2.25V per cell) to 42V LVD level (1.75V per cell). A power level of 9KW at 42V corresponds to 214A, so the circuit breakers used for each of the six main loads should be sized at 250A DC min (see section 7). The total maximum power of 75KW corresponds to 1785A at 42VDC (maximum bus bar current).
- At the 42V level, the LVD disconnects the battery cabinet from any loads (see section 12).
- For the presence of the SCL during the charging phase the station needs to feed an additional 2.6KW of power. A battery discharged during an AC outage does not absorb

all of the current delivered by the charger (station) when the main AC power is restored; the minimum voltage the battery reaches during discharge on AC failure acts as a floor when the AC power is restored. The battery voltage cannot drop further when charging resumes; rather, it rises immediately with the SCL drawing whatever current it requires (62A maximum, 2.6KW/42V), and with the batteries getting the rest.

- Under no circumstances can the battery strings' voltage fall below 42V, whether during discharge, charge, or transition phases, for example, unless the LVD threshold is reached. But in this case, the system would latch itself OFF (see also section 12) until AC power is available to the main load again.
- 48VDC output voltage must be free of disturbance or spikes during transitions of the AC mains.

この、2つのシャーシ（SCL）が必要とするトータル DC 電力は、2.6KW (2 x 1.3KW) となる。

- 高速放電フェーズ（バックアップ）において、このキャビネットは、バッテリー・ストリングの電圧を 54V フローティング・レベル (2.25V/cell) から、42V LVD レベル (1.75V/cell) まで消費することで、56.6KW (54KW+2.6KW) の電力を供給する必要がある。42V における 9KW という電力レベルは、214A に相当する。したがって、6つの主負荷に用いられる個々のブレーカーは、最小で 250A DC という容量に定められるべきである（section 7を参照）。75KW を前提とした全体的な最大電力は、42VDC（最大のバスバー電流）における 1785A に相当する。
- 42V レベルにおいて、この LVD は、あらゆる負荷からバッテリー・キャビネットを遮断する（section 12参照）。
- 充電フェーズにおける SCL の存在に対して、このステーションは 2.6KW の追加電力を供給する必要がある。AC 停電の間に放電されたバッテリーは、主たる AC電源が回復したときに、対象となる充電器（ステーション）から供給される、すべての電流を吸収するわけではない。つまり、その AC電源が復活するとき、バッテリーの最小電圧は、AC 停電時における放電が到達する、下限の役割を果たす。充電が再開するとき、このバッテリーの電圧には、すでに余力はない。どちらかと言えば、SCL が必要とする電流（62A maximum, 2.6KW/42V）とバッテリーの充電力により、ただちに回復することになる。
- いかなる状況においても、バッテリー・ストリングの電圧は42V を下まわってはいけない。たとえば、放電／充電／移行のフェーズや、LVD スレッシュホールドに到達していない状況などがあげられる。しかし、そのようなケースにおいて、AC 電源が主負荷に対して再供給されるまで、このシステムは自身で、OFF の状態を維持するだろう（同じく section 12 参照）。
- 48VDC の出力電圧は、AC 主電源が切り替わる際の、あらゆる変動やパルスから、保護されなければならない。

11 System Sizing

The resultant battery has higher than 70AH of capacity and is a VRLA type with highcurrent discharge typical for a UPS application, with low impedance. The exact size of the battery and number of strings in parallel for the required power depends on the total main load, and it needs to be calculated following IEEE 485 Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.

結合されたバッテリーは、70AH 以上のキャパシティを持ち、UPS アプリケーションのための、高電流・低インピーダンスの充電形態を持つ、典型的な VRLA タイプとなる。このバッテリーの実寸と、要求電力に対応する平行ストリングの数は、全体的な主負荷に依存する。そして、IEEE 485 Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications に従って、計算される必要がある。

11.1 Rectifier Station (Recharge)

Based on the power needs and the maximum charging rate of C/5, the minimum power needed is at least 6KW total for all three rectifier modules (three modules must be used to balance the three-phase load). These modules are single-phase, single-range AC input (180VAC – 290VAC, 300VAC maximum) and are PF- (Power Factor) and THD- (Total Harmonic Distortion) compliant up to 290VAC RMS. The power quality requirements of one rectifier module at full load and 277VAC RMS are as follows:

必要とされる電源と、C/5 の最大充電レートに基づき、必要とされる電力は、3つの整流モジュールに対して、少なくとも 6KW となる（3相負荷のバランスをとるために、3つのモジュールを用いる必要がある）。これらのモジュールは、単相で一定の AC 入力（180VAC – 290VAC, 300VAC maximum）を持ち、また、290VAC RMS にいたるまで、PF (Power Factor) と THD (Total Harmonic Distortion) に対応する。フル負荷時と、277VAC RMS における、1台の整流素子モジュールに関する、電力品質要求事項は以下の通りである：

- PF > 0.99
- THD < 5%

Note: At 300VAC, the modules are not expected to meet the PF and THD requirements. The efficiency of the modules must exceed the Climate Savers Computing Initiative "PLATINUM" rating at 200VAC RMS Input. Those limits are:

Note : 300VAC において、そのモジュールが PF と THD の要件を満たすとは予測しない。このモジュールの効率は 200VAC RMS Input において、Climate Savers Computing Initiative "PLATINUM" レートを上回る必要がある。それらの制限は、以下のとおりである：

- Eff > 90% at 20% load
- Eff > 94% at 50% load
- Eff > 91% at full load

The high efficiency of the rectifier helps to conserve power during the floating tricklecharge phase when the station mainly delivers power only to the SCL (2.6KW).

整流器の効率上げることで、このステーションが SCL （2.6KW）だけに電力を供給する際の、フローティング・トリクル充電フェーズにおいて、電力の節約が行い易くなる。

The rectifier station may embed the controller and is located on top of the cabinet for easy handling of AC power cabling.

この整流ステーションは、保守やAC電源配線の取り回しを容易にするために、コントローラーへのエンベッドや、キャビネット・トップへの配置が必要になるかもしれない。

12 Low Voltage Disconnect (LVD)

The cabinet includes an independent LVD device (Low Voltage Disconnect) able to isolate the batteries from any load once the string reaches 42V (1.75V per cell) of locally sensed voltage during the backup-phase discharge. The LVD will reconnect the batteries to the external load once the voltage increases above 50.4V (2.1V per cell, which must be a settable threshold) after AC mains resumes.

このキャビネットには、LVD デバイス（Low Voltage Disconnect）が取り込まれており、バックアップ放電フェーズにおいて、ストリングの局所電圧が 42V（1.75V per cell）に達した途端に、あらゆる負荷からバッテリーを遮断する。この LVD は、AC メイン電源が復旧し、電圧が 50.4V（2.1V per cell）であり、スレッショルドの設定が可能）以上に増大した後に、バッテリーと外部負荷を再接続するだろう。

The LVD is required to protect the batteries against damage due to an excessive discharge. The LVD is a bi-stable device, so it doesn't waste power in any relay coil during normal operation when AC is present. The LVD must be rated 1800A minimum (see section 10). Two LVDs rated 900A each (minimum) can also be used; in this case, each LVD would power half of the main load and half of the SCL (there are two identical overall loads split in the principal application, sitting near the battery cabinet). One sole LVD is recommended, along with an embedded LVD in the bus bar, driven by the controller.

LVD は、過度の放電によりバッテリーが損傷しないよう、それらを保護しなければならない。その LVD は双安定デバイスであるため、AC が供給されている通常のオペレーションでは、リレーコイルにより電力が消費されない。この LVD は、最小で 1800A というレートを維持しなければならない（section 10 参照）。900A（minimum）にレーティングされが2つの LVD は、それぞれを主負荷あるいは SCL の、半分の電力で利用できる（原則的に、バッテリー・キャビネットの近くに配置することで、2つの LVD で、同じだけの負荷に対応）。コントローラーによりドライブされ、バスバーにエンベッドされる場合には、単一の LVD が推薦される。

Local LVD manual override functionality as well as remote disconnect is included to manually isolate the batteries from any loads when required, and for serviceability.

必要とされるとき、あるいは、保守を行うとき、あらゆる負荷からバッテリーを隔離するために、ローカルにおける手動での LVD オーバーライドだけではなく、リモートによる遮断にも対応している。

12.1 Battery Voltage Plots

The figures in this section show examples of what test results performed on the battery cabinet could be, under the following conditions:

- Backup event at full load (56.6KW constant power load)

- EOL batteries

このセクションにおける以下の図は、それぞれの条件の下で、このバッテリー・キャビネットを運用した際の結果を示している：

- フル負荷におけるバックアップ（平均電力負荷は 56.6KW）
- EOL（古い）バッテリー

The examples show the evolution of the bus bar battery voltage after an AC outage, from $t = 0$ seconds.

この例では、AC 停電が生じた後の、 $t = 0$ 秒の状態からの、バスバー・バッテリー電圧の変化を示す。

- Figure 2 shows a typical voltage profile of a healthy battery cabinet.
- Figure 3 shows a failing profile. The backup time does not reach the minimum required 45 seconds, and it may also fail the Coup De Fouet condition.
- Figure 4 shows a hard failing profile. The battery cabinet cannot withstand the load after the AC outage, resulting in a dramatic voltage drop during the first few seconds. This case is typical when one or more battery strings are failing (high internal impedance).
- Figure 2 が示すのは、健康な状態のバッテリー・キャビネットにおける、典型的な電圧プロファイルである。
- Figure 3 が示すのは、失敗のプロファイルである。つまり、バックアップ・タイムは、最低限の条件である 45秒に届いていない。そして、Coup De Fouet 条件でも、目的を達成していないだろう。
- Figure 4も、失敗のプロファイルを示している。このバッテリー・キャビネットは、AC 停電後の負荷に耐えていない。その結果として、最初の数秒間に、極端な電圧降下をもたらしている。このケースは、1 本のバッテリー・ストリングもしくは、複数のストリングに障害があるときの、典型的な失敗例である（高い内部インピーダンス）。

Battery Test (Full Load, EOL Batteries)

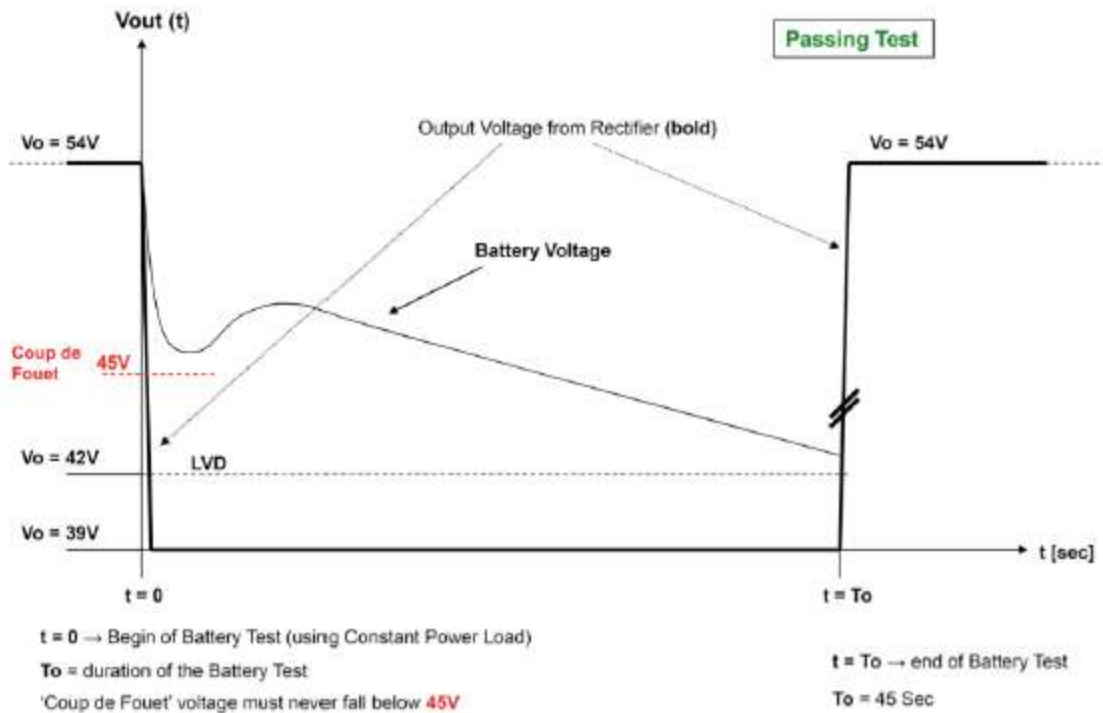


Figure 2 Passing Battery Test at Full Load (56.6KW Constant Power)

Battery Test (Full Load, EOL Batteries)

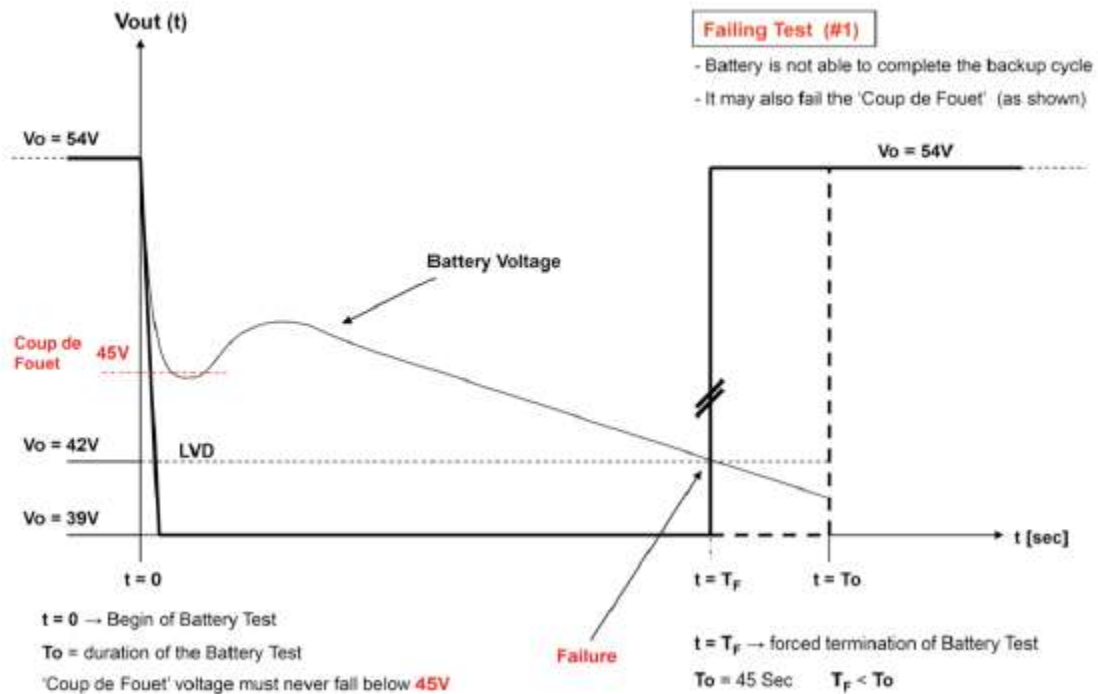
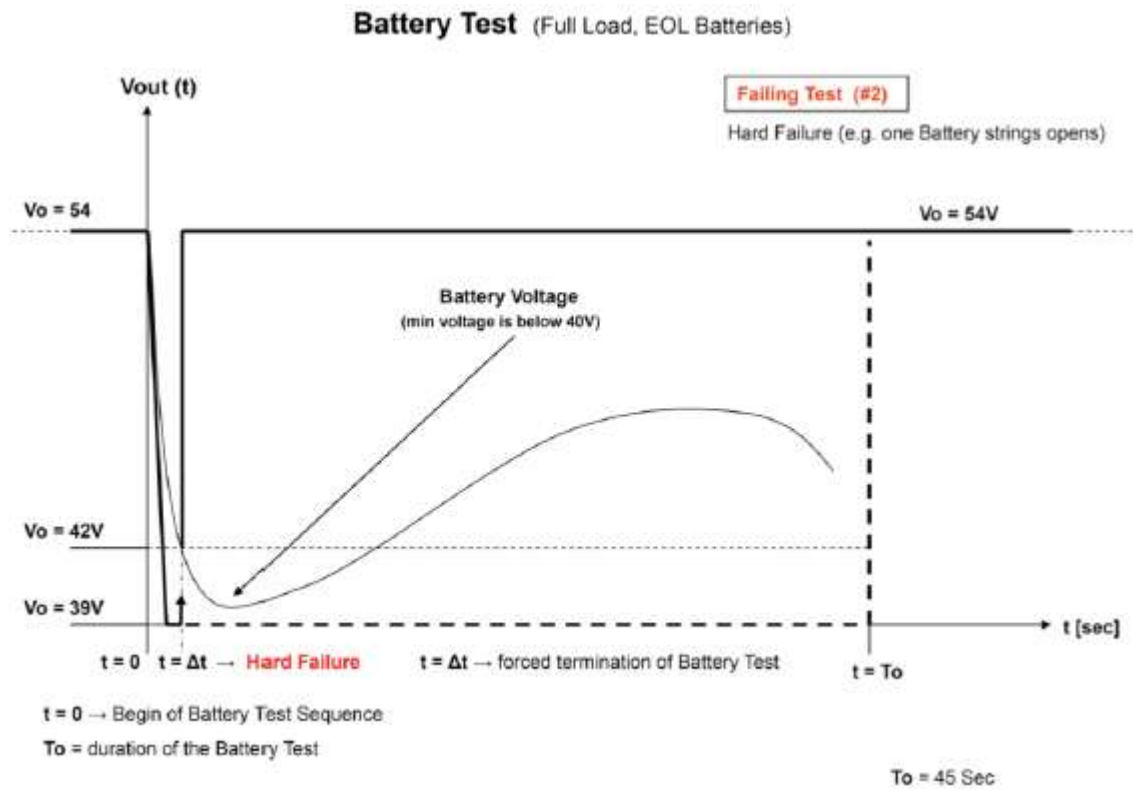
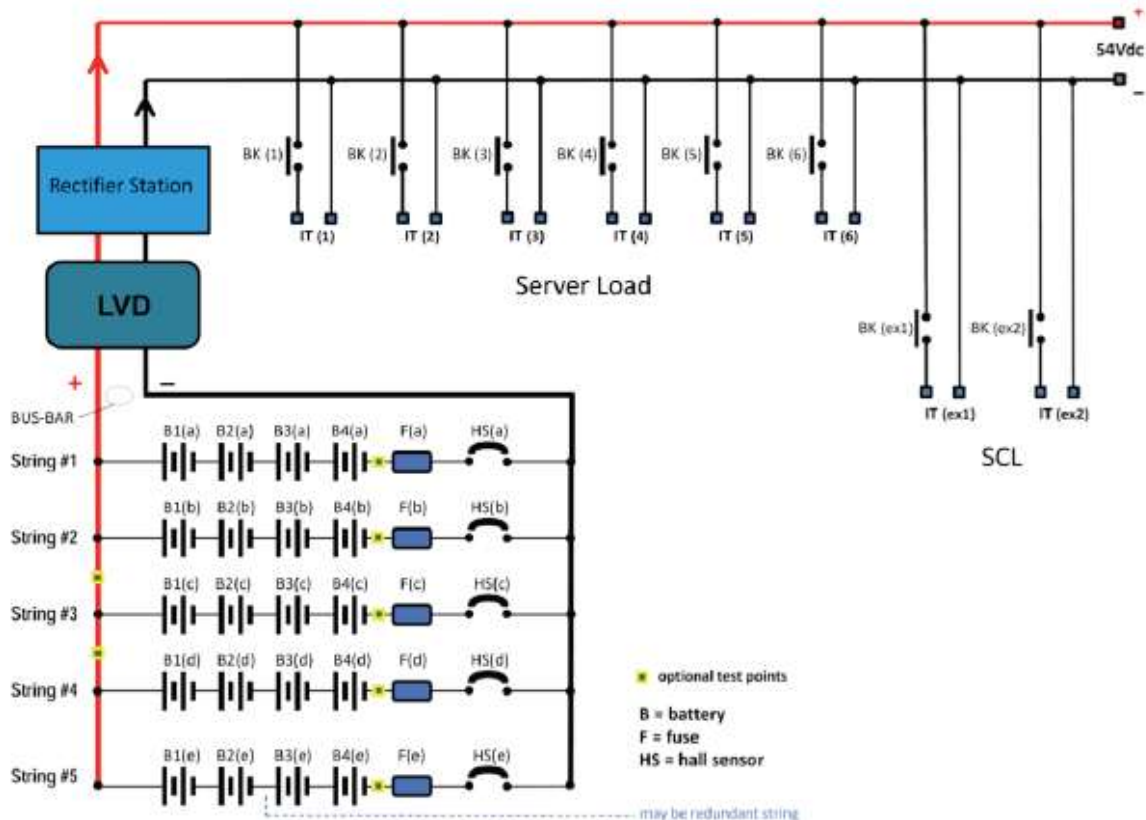


Figure 3 Failure of Battery Test at Full Load (56.6KW Constant Power)



4 Hard Failure of Battery Test at Full Load (56.6KW Constant Power)

Figure



Legend	
Bj(i)	= batteries
F(i)	= fuses
HS(i)	= hall sensors
BK(ex1, ex2)	= 50A DC breakers (for the two banks of SCL)
BK(i)	= 250A DC breakers (for the six banks of the main load)

Figure 4 Hard Failure of Battery Test at Full Load (56.6KW Constant Power)

13 Battery Monitoring, Diagnostic, Service

Each individual battery includes a dedicated monitoring device that continuously checks the impedance, which gives an important indication as to the state of health of the battery. All the nodes of all devices are connected to a common local bus terminated to a controller that sits on top of the cabinet. The controller is powered by the DC battery voltage and includes an Ethernet port for network connectivity.

それぞれのバッテリーには、継続的にインピーダンスをチェックするための、専用のモニタリング・デバイスが含まれ、バッテリーの健康状態にとって重要な指摘を提供する。すべてのデバイスにおける全ノードは、キャビネットのトップに配置されたコントローラーがターミナルとなる、共通のローカル・バス

に接続される。そのコントローラーは、DC バッテリー電圧により電力を供給され、また、ネットワーク接続性のための Ethernet ポートを取り込んでいる。

The monitoring devices will periodically measure the impedance of each battery and log the trend, with the controller sending an alert in advance of an approaching battery EOL status with physical location of the failing battery, and thus indicating when batteries need to be replaced. Other more conventional methodologies can be used, like ongoing battery testing or similar techniques. Life expectancy and approaching EOL status calculated through impedance measurements and history data are preferred methods because the main load (acting as a test load during the battery test) is thus never involved in any battery test procedures. Other information can be collected like voltage and temperature (battery temperature data is useful while recharging).

このモニタリング・デバイスは、それぞれのバッテリー・インピーダンスを周期的に測定し、その傾向を記録していく。そこでは、機能を果たさないバッテリーの物理的なロケーションを用いて、EOL 状態に近づいたバッテリーに関して、コントローラーが前もって警告を発信し、バッテリーを交換すべき時期を指し示していく。また、たとえば、運用中のバッテリー・テストなどの、従来からの方式も利用できる。バッテリーの平均寿命および、EOL ステータスの接近は、インピーダンスの測定と計算により達成される。バッテリー・テスト・プロシージャに、主負荷が関係することはないため（バッテリー・テストの間は、試験的な負荷を与える役割がある）、ヒストリー・データが望ましい手法となる。また、電圧や温度といった、他のデータも収集できる（再充電中の、バッテリー温度データは有用）。

A monitoring protocol must be established in order to get and store real-time data for battery health (like a Web-based or Intranet repository system). Automatic alarms are sent when batteries approach their EOL status (so they can be replaced), and data collected from the monitoring system should be accessible via an industry standard protocol and interface.

バッテリーの状態に関して、リアルタイム・データを取得／保存するためには（Web や Intranet などによるリポジトリ・システムなど）、モニタリング・プロトコルを確立する必要がある。バッテリーの状態が EOL ステータスに近づくと（その交換を促すために）、アラームが自動的に送信され、モニタリング・システムから収集されたデータが、業界標準のプロトコルおよびインターフェイスを介して、アクセスできるようになるはずだ。

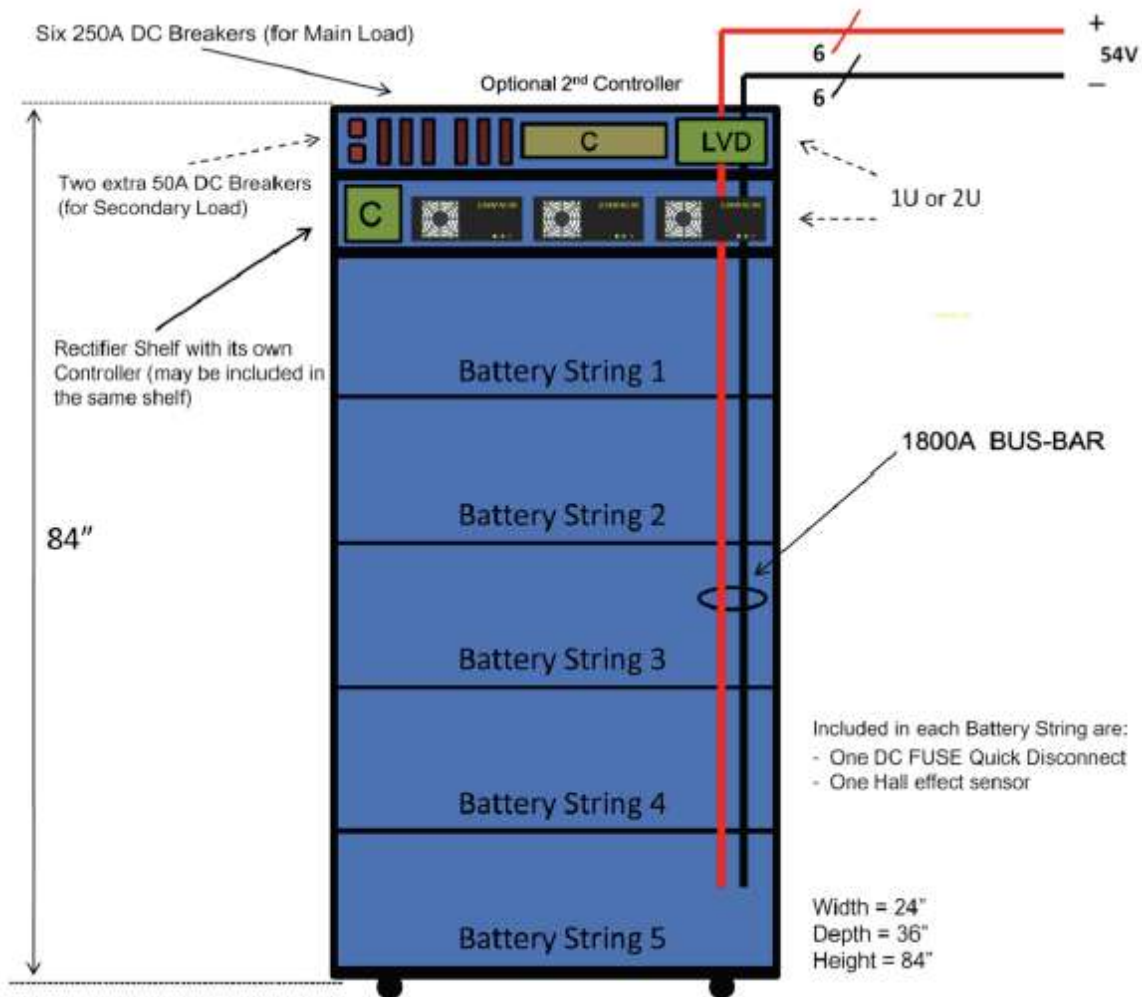


Figure 6 Sketch of the 56.6KW Battery Cabinet Assembly (Main Load Configuration)