交流-直流および直流-直流内部電源装置のエネルギー効率算出用試験方法
6.4.1 版

EPRI
Dr. Arshad Mansoor
Brian Fortenbery
Baskar Vairamohan
Tom Geist

Ecos
Peter May-Ostendorp
Chris Calwell
Ryan Rasmussen

2008 年 7 月

改訂経緯

版	公表年月日	注記
1.0	2004 年 2 月 15 日	第 1 草案の公表。
2.0	2004 年 6 月 1 日	「製品特定の負荷ガイドライン」に関する章を追加。
3.0	2004 年 8 月 1 日	IEEE 規格と整合するように測定要素の定義を修正。
4.0	2004 年 12 月 1 日	比例割当方法に対する意見をオーストラリアより受付ける。電源装置の負荷を計算するための改善された比例割当方法が 4.0 版に含まれた。
5.0	2005 年 8 月 1 日	周期的に動作する冷却用送風機の影響を考慮するために、測定条件が追加された。 消費電力測定の精度を変更。
6.0	2006 年 3 月 15 日	取外し可能で、銘板定格があり、標準コネクタを使用する内部電源装置に焦点を絞るため、対象範囲が修正された。 消費電力測定機器の仕様がより詳細に定められた。 待機時(スタンバイモード)における電源装置の交流消費電力を測定するための指針に規定を追加。
6.1	2006 年 5 月 8 日	非常に小さい負荷の測定における誤差発生の可能性を低減するために、配線図が修正された。
6.2	2007 年 11 月 30 日	外部電圧信号を介した送風機制御の選択肢を有する電源装置を試験するための規定を含めた。
6.3	2008 年 4 月 24 日	本最新試験方法の改定版を作成するために、www.80PLUS.org ウェブサイトで引用された***サーバー試験方法 1.2 版***は、***内部電源装置の効率試験方法 6.2 版***と統合された。 直流-直流電源装置を測定するための規定が本試験方法に含まれた。
6.4	2008 年 5 月 28 日	100VAC 入力による試験と単一出力電源装置の 10%定格負荷におけるデータ収集について言及しないことを反映し、さらにすべての負荷設定における単一出力電源装置の送風機消費電力のデータ収集を含めるために、4.2 節、4.3 節、4.4.1 項、4.4.2 項、4.4.3 項を修正した。
6.4.1	2008 年 7 月 28 日	直流-直流電源装置の試験を含めた。

後援

内部電源装置の効率試験方法に関する取り組みは、2004 年にカリフォルニア州エネルギー委員会公益エネルギー調査プログラム（California Energy Commission Public Interest Energy Research (PIER) Program）の後援を受けた。

2007 年に、電源装置の効率試験方法から派生した、サーバー試験方法が策定された。
本取り組みは、ボンヌビル電力事業団（Bonneville Power Administration）、パシフィックガス アンド エレクトリック（Pacific Gas & Electric (PG&E)）、カナダ天然資源省（Natural Resources Canada）、エネルギー トラスト オブ オレゴン（The Energy Trust of Oregon）、北西部エネルギー効率改善同盟（Northwest Energy Efficiency Alliance (NEEA)）、スノホーミッシュ公益公社（Snohomish PUD）および パシフィコープ（PacifiCorp）から資金援助されている。

目次

1. 対象範囲

本書は、内部交流-直流および直流-直流電源装置のエネルギー効率を算出するための試験方法を規定するものである。内部電源装置は、給電先の製品と同じ筐体に収められている。このような種類の電源装置の例としては、複数の出力電圧（+12V、+5V、+3.3V、-12V（付属書類 B 参照））を有する、デスクトップコンピュータの電源装置がある。***多くの場合において AC アダプタと呼ばれる外部電源装置は、給電先の機器とは別の筐体に収められており、本書の対象範囲に含まれない***。本書の試験方法は、以下の基準を満たす、単相または三相の内部電源装置に限定して適用される。

i. 詳細な入力定格および出力定格が銘板に記載されている、または製造事業者から入手可能な資料に記載されている電源装置であり、個別の各直流出力電圧バス、および必要な場合には電圧バスの集合に、安全に存在可能な最大負荷を明確にしているもの。

ii. 給電先の製品に対する直流出力電圧バスの非破壊的な接続および非接続（切り離し）を可能にする業界標準の連結装置（コネクタ）を有する電源装置

iii. 給電先の製品のその他の回路や構成要素に害を生じることなく、その製品の筐体から簡単に取り外すことが可能な電源装置

給電先の機器の主要回路基板内に物理的に組込まれている電源装置は、交流および直流出力電圧バスを組み合わせたものを有しているため、厳密には本試験方法の対象ではない。IEEE 規格 1515-2000 *IEEE 電源サブシステムに関する推奨慣行：要素の定義、試験条件、および試験方法*（*IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods*）の 4.3 節で説明されている効率試験方法に基づき、本試験方法は、交流-直流および直流-直流内部電源装置に対する、整合性のある負荷ガイドラインを設定している。

1．1 目的

本書の目的は、電子回路の試験および測定用に策定された既存の業界規格を用いて、単一および複数出力の交流-直流および直流-直流内部電源装置のエネルギー効率を測定する整合性および再現性のある方法を策定することである。既存の規格は時折、効率試験について矛盾する方法や要件を規定することがあり、本試験方法はそれらすべてに対して明確化を図る。

2. 参考文献

本試験方法案の策定において用いられた資料を以下に記す。以下の出版物が承認された改定版と差し替わる場合は、改定版を適用する。

1. IEEE 規格 1515-2000 *IEEE 電源サブシステムに関する推奨慣行：要素の定義、試験条件、および試験方法*（*IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods*）
2. IEEE 規格 519-1992 *IEEE 電気的電源システムにおける高調波制御に関する推奨基準および要件*（*IEEE Recommended Practices and Requirement for Harmonic Control in Electrical Power Systems*）
3. IEC 62301 Ed.1.0 *家庭用電気製品－待機時消費電力の測定*（*Household Electrical Appliances - Measurement of Standby Power*）
4. IEC 62018 Ed.1.0 草案 *エネルギー管理要件*（*Energy Management Requirement*）
5. UL 60950 第 3 版 *情報技術機器－安全－第 1 部：一般要件* 2003 年 4 月 1 日（*Information Technology Equipment - Safety - Part 1: General Requirements, April 1, 2003*）
6. IEC 61000-4-7 Ed.2 *電磁適合性（EMC）－第 4-7 部：試験および測定技術－高調波および相互調波に関する一般ガイドライン*（*Electromagnetic Compatibility（EMC）- Part 4-7: Testing and Measurement Techniques - General Guide on Harmonics and Interharmonics*）
   電源装置システムおよび接続される機器に関する測定および器具類（*Measurements and Instrumentation, for Power Supply Systems and Equipment Connected Thereto*）
7. IEC 61000-3-2 *電磁適合性（EMC）－第 3-2 部：限界値－高調波電流の放出の限界値（各相につき機器の入力電流 16 A 以下）*（*Electromagnetic Compatibility（EMC）- Part 3-2: Limits - Limits for Harmonic Current Emissions（Equipment Input Current ≦ 16A per Phase）*）
8. IEC 60050 *国際電子技術用語-電気機器および電子機器の測定と測定装置*（*International Electrotechnical Vocabulary - Electrical and Electronic Measurements and Measuring Instruments*）
9. IEEE 100 *IEEE 規格用語の正規辞書*（*The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms*）
10. *電源装置の設計ガイドライン*（*Power Supply Design Guidelines*）（*www.formfactors.org*）*Intel Corporation*
11. サーバーシステムインフラストラクチャー（SSI）電源装置の設計ガイドライン（Server System Infrastructure (SSI) Power Supply Design Guidelines）（http://www.ssiforum.org/より入手可能）Intel Corporation
12. IEC 60950-1 Ed2.0 *情報技術機器－安全－第1 部：一般要件 2005 年 12 月 8 日*（*Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements, Dec 8, 2005*）

3. 定義

本書の目的のため、以下の定義を適用する。ここで定義されない用語については、IEC 60050、IEC 62301、IEEE 100 における定義を適用する。

3.1 交流−直流電源装置

電気機器への給電を目的として、交流電圧を直流電圧に変換するように設計されている装置。

3.2 交流信号

時変信号であり、その極性は時間 T に伴い変化し、その平均値は 0（ゼロ）である。（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.3 周囲温度

試験される機器（UUT）を直接取囲む周囲空気の温度。（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.4 皮相電力（S）

RMS 電圧および電流（VA）により求められるもの。また、総消費電力（total power）とも呼ばれる。

3.5 直流信号

極性および振り幅が時間とともに変化しない信号。（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.6 効率

（変換処理により生成される）実際の総出力電力の、それを生み出すために必要な実際の電力入力に対するパーセントで表される割合であり、以下の式を用いて算出される。

$$\eta = \frac{\sum_i P_{o,i}}{P_{in}} \times 100 \qquad \textit{式 3-1}$$

上記式において、i 番目の出力の出力電力を $P_{o,i}$ とする。入力電力（P_{in}）には、他で特に規定されていない限り、一体型冷却用送風機を含め、その変換器の動作に必要なすべての維持管理用回路および補助回路が含まれる。

3.7 閉鎖型構造モジュラー内部電源装置

図 B-1（a）に示されるように、モジュラー式筐体に収められた電源装置。その筐体は、電気製品の内部に設置されており、容易に利用できる入力および出力を有する。

3.8 複数出力電源装置

定格電力の大部分を 2 つ以上の主要直流出力電圧に供給するように設計されている電源装置。待機時（スタンバイ）消費電力に関する他の低電力直流出力電圧が存在する可能性がある。

3.9 開放型構造モジュラー内部電源装置

図 B-1（b）に示されるように、構成要素が 1 つのプリント回路基板上に集められているが、筐体に収められていない電源装置。このような電源装置は、給電する製品の内部に取り付けられており、容易に

利用できる入力および出力を有し、その他構成要素や回路に損傷を与えずにその製品から分離可能である。

3.10 出力電圧バス

負荷を接続することが可能であり、電流と電力が供給される、電源装置の直流出力。これらのバスは、電源装置の設計や給電される製品により、異なる電圧レベルの電力を供給する可能性がある。

3.11 有効力率

有効力率は、ワット単位で消費される稼働時すなわち実際の消費電力（P）の、ボルト-アンペアで引き込まれる皮相電力（S）に対する比率。

$$PF = \frac{P}{S}$$ *式 3-2*

および

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$ *式 3-3*

上記の式において、

PF は力率、

P は稼働時消費電力（ワット）、

Q は無効電力（ボルト-アンペア）、

S は総消費電力（ボルト-アンペア）である。

この力率の定義は、入力電流（および／または電圧）波形における変位と歪曲の両方による影響を含めている。（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.12 波高率

波高率は、ピーク電流の実効（RMS）電流に対する比率（またはピーク電圧の実効（RMS）電圧に対する比率）として定義される。正弦波形について波高率は 1.414 であり、不変の直流負荷について波高率は 1.0 である。

3.13 定格交流入力電圧

電源装置の仕様において製造事業者が公表する供給電圧。単相電源装置の場合、これはライン-ニュートラル間電圧であり、三相電源装置の場合はライン-ライン間電圧である。

3.14 定格交流入力電圧範囲

電源装置の仕様において製造事業者が公表する供給電圧範囲（最小／最大）。

3.15 定格直流入力電圧

一般的に電源装置の銘板上に示される電源装置の仕様において製造事業者が公表する、公称直流供給電圧。

3.16 定格直流入力電圧範囲

電源装置の仕様において製造事業者が公表する直流入力電圧の範囲。

3.17 定格直流出力電流

電源装置の仕様または銘板において製造事業者が公表する、電源装置の各出力直流バスに対する直流出力電流。仕様と銘板に相違がある場合は、銘板の定格を使用する。

3.18 定格直流出力電流範囲

電源装置の仕様において製造事業者が公表する、電源装置の各出力電圧バスに対する直流出力電流範囲（最小／最大）。

3.19 定格直流出力電力

製造事業者が規定する最大直流出力電力。これは、すべての電圧バス、その一部のバス、または単一電圧バスの総消費電力に適用される可能性がある。

3.20 定格直流出力電圧

電源装置の仕様において製造事業者が公表する、電源装置の各出力電圧バスに対する直流出力電圧。

3.21 定格入力周波数

電源装置の仕様において製造事業者が公表する、電源装置の供給交流入力周波数。交流-直流電源装置にのみ適用可能である。

3.22 定格入力周波数範囲

電源装置の仕様において製造事業者が公表する、電源装置の供給交流入力周波数範囲（最小／最大）。交流-直流電源装置にのみ適用可能である。

3.23 定格入力電流

電源装置の仕様において製造事業者が公表する電源装置の入力電流。三相電源装置の場合、定格入力電流は各相における入力電流である。

3.24 定格入力電流範囲

電源装置の仕様において製造事業者が公表する、電源装置に対する入力電流範囲（最小／最大）。三相電源装置の場合、定格入力電流は各相における入力電流である。

3.25 RMS(二乗平均平方根)実効値

ある一定期間に記録された関数値の二乗の平均値の平方根。例えば、正弦波に対する実効（RMS）電圧は、以下のように算出される。

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T V^2(t)dt}$$ 式 3-4

上記の式において、

T は波形の周期、

V(t)は時間 t における瞬間電圧、

V_{RMS} は実効（RMS）電圧値である。
（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.26 単一出力電源装置

定格電力の大部分を 1 つの主要な直流出力電圧に供給するように設計されている電源装置。待機時（スタンバイ）消費電力に関するその他の低電力直流出力電圧が存在する可能性がある。

3.27 待機時（スタンバイモード）

待機（スタンバイ）は、すべての直流電力が電源装置の待機電圧レールを通じて供給されている間の状態を示す（3.28 節を参照）。

3.28 待機電圧レール（Vsb）

待機電圧レールとは、交流電力が電源装置の交流入力に供給されるときに常に存在する出力電圧バスである。（参照：Intel Power Supply Design Guidelines Rev. 0.5）

3.29 定常状態

システム伝達関数の定義にしたがい観測変数が入力またはその他の刺激に応じて均衡状態に達しているシステムの動作状態。電源装置の場合、ある一定の電圧または電流におけるシステム出力を伴う可能性がある。（参照：IEEE 規格 1515-2000）

3.30 試験電圧源

試験電圧源は、被試験機器（UUT：Unit Under Test）に電力（電圧および電流）を供給する装置である。

3.31 全高調波歪み（THD）

基本構成要素が取り外された後の交流信号の実効（RMS）値の、基本構成要素の実効（RMS）値に対するパーセントで表される比率。例えば、電流の THD は以下のように定義できる。

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + I_5^2 + \ldots\ldots I_n^2}}{I_1}$$ 式 3-5

上記の式において、I_n は、電流信号の n 番目の高調波の実効（RMS）値である。

3.32 被試験機器（UUT：Unit Under Test）

試験される機器。（参照：IEEE 規格 1515-2000）

3.33 電圧不平衡

被試験機器の入力端子における、位相-ニュートラル間または位相-位相間の実効（RMS）電圧振幅の最大差異。例えば、三叉接続された三相システムの場合は以下のとおり。

$$V_{UNB} = \left(\max\left[V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\right] - \min\left[V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\right]\right)$$ ***式 3-6***

上記の式において

V_{AN}、V_{BN}、V_{CN}は位相電圧の大きさ、

V_{UNB}は最大位相電圧不平衡とする。

電圧不平衡の百分率は、最大電圧不平衡に 100 を乗じ、その結果を 3 つの位相電圧の平均で除すことにより算出される。

$$V_{UNB\%} = \frac{V_{UNB}}{\left(\frac{V_{AN} + V_{BN} + V_{CN}}{3}\right)} \times 100$$ ***式 3-7***

（参照：IEEE 規格 1515-2000）

4. 効率試験の標準条件

4.1 一般規定

内部電源装置の効率に影響を与える可能性がある変数には、入力電圧、周波数、出力バス負荷および、場合によっては電源装置内部の送風機の負荷サイクルが含まれる。以下の 4.2 節、4.3 節、および 4.4 節では、内部電源装置効率の測定中にこれらの変数を制御するための最低限の要件が提言されている。電源装置の製造事業者および使用者は、これらの最低条件の他に、必要に応じて高調波歪みまたは不平衡のような追加要件を決めてよい。

4.2 入力電圧および周波数

4.2.1 交流入力電圧および周波数

被試験機器に入力電圧を供給するために、基準交流源が使用される。IEC62301 に規定されているように、被試験機器への入力は、規定電圧±1%および規定周波数±1%とする。被試験機器は、2 つの電圧／周波数の組み合わせ（115V／60Hz または 230V／60Hz）のうちの 1 つで試験される。

複数出力電源装置は、115V 60Hz で試験され、主として高出力サーバー電源装置である単一出力電源装置は、230V 60Hz で試験される。これは、標準的な IEC 適合 3 極交流コネクタ[1]が、115V 電流 15A（単一力率において 1725W を表わす）に制限されているからであり、大部分の単一出力サーバー電源装置が、115V 条件のもと、各機器の最大定格出力では試験できないことを意味する。

被試験機器は、上記の電圧周波数の組み合わせのうち、銘板入力電圧および周波数に最も近い条件で試験される。電圧および／または周波数の範囲について製造事業者による規定が無い（または銘板上の数値が不明確である）場合は、その被試験機器の試験を実施しない。

4.2.2 直流入力電圧

被試験機器に入力電圧を供給するために、基準直流電源が使用される。IEC62301 に規定されているように、被試験機器への入力は、規定電圧±1%とする。市販の直流サーバーの標準的な入力電圧は±48V 直流である。直流-直流電源装置は、銘板定格に応じて、+48Vdc または–48Vdc で試験される。

注記:

直流-直流電源装置の効率測定は、交流-直流電源装置と同様の方法で行なわれる。直流-直流電源装置の場合には、力率、全高調波歪みおよび周波数の基準はない。また、直流-直流電源装置の負荷算出に変更はない。直流-直流電源装置の効率は、引き続き、出力（直流）電力の入力（直流）電力に対する比率として計算される。

4.3 電源装置の負荷

被試験機器の効率は、20%、50%および 100%の定格銘板出力電力において測定する。さらに低い負荷条件（銘板出力電流の 20%未満）の効率測定値を、主として冗長構成で動作する電源装置に関する動作効率の業界実績に対するデータ収集を支持するために記録してよい。電源装置の製造事業者および使用

[1] IEC コネクタは、IEC60320 で規定されているように、C13 と C14 のコネクタとする。

者に対して適切なその他の負荷条件が確認される可能性がある。電源装置に負荷を与える目的のため、待機電圧レールは、他の直流出力電圧レールとして扱われる。サーバー電源装置の負荷点を正確に決定する方法は、6.1.1 項で詳細に説明される。

場合により、製造事業者は、その電源装置の各バスに対する最低電流要件を規定している可能性がある。このような場合は、特定の負荷点について算出された電流負荷が最低電流要件よりも低くならないようにすることが重要である（これは 5%および 10%のような低負荷状態において、特に懸念される）。最低電流要件が任意の電圧バスに対して算出された試験用の負荷点を超える場合は、算出された負荷電流ではなく、最低電流要件の数値をそのバスに負荷を与えるために使用する。負荷点の負荷割合（%）は、いかなる試験報告においても、最低負荷要件を有するバスに対して使用される新たな負荷値に基づいて適切に記録される。

消費電力測定の前に、動作が定常状態に達するように、被試験機器を各負荷点において最低 15 分間動作させる。連続した 2 つの 5 分間隔における総入力電力の読取り値が、±1%を超えて変化しない場合、動作は定常状態に達している。

4.4 電源装置の送風機制御

4.4.1 温度感知による電源装置送風機の制御（内部制御）

一部の電源装置の設計において、冷却用送風機の（時間におけるパーセントで表される）負荷サイクルは、内部放熱板の温度により制御される。電源装置内部の放熱板がある設定された温度に達した場合に、送風機のスイッチが入る。放熱板が設定温度以下に冷却された場合には、送風機のスイッチは切られる。そのため、送風機の負荷サイクルは、特に測定中において電源装置の効率に影響を与える。電源装置の効率に対する送風機の負荷サイクルによる影響を捉えるため、入力および出力電力の測定は、（電源装置が熱平衡に達した後の）30 分を超える時間[2]または送風サイクル 5 回（送風サイクル 1 回は、1 つの ON パルスとそれに続く 1 つの OFF パルスで構成される）のいずれか先に達した時間枠において積分される。消費電力測定方法については、IEC62301（待機時消費電力の測定：*Measurement of Standby Power*）の第 4 章を参照する。

4.4.2 外部電圧信号による電源装置送風機の制御（外部制御）

一部の電源装置の設計においては、利用可能なコネクタピンを介した電源装置送風機の外部的速度制御に関する規定がある可能性がある。このような場合、電源装置の送風機は、製造事業者によって事前設定された初期最低速度で動作するように設定されている。このような電源装置を内蔵するコンピュータシステムは、そのシステムの熱状況を監視しており、一連の境界値を超えたときには、電源装置の送風機の速度を増加させるために、電圧信号が電源装置に送信される。この種の送風機速度制御を備えた機器の場合、その被試験機器は、*送風機速度制御ピン*を実行不可（DISABLED）の位置に設定して試験される。この操作により、送風機は初期最低速度で動作するように設定される。すべての負荷条件のもとで機器を試験する間、送風機の速度は、変化しないまたは変更されないようにする。

---

[2] 平均消費電力を得るための積算消費電力量方法（IEC 62301 Ed1.0 第 4 章 3 を参照）：測定装置が測定者の選択する時間間隔にわたる消費電力量を積算できる場合、その選択された時間間隔は 5 分以上とする。積分する期間は、消費電力量および時間に関して記録された数値の合計が消費電力量や時間用計測器の分解能の 200 倍を超えるような長さとする。積算消費電力量を計測時間で除することにより、平均消費電力を得る。

試験される機器を届出する製造事業者が送風機の速度制御ピンに適用される制御信号を必要とする場合、その情報を届出時に提供しなければならない。この場合、より高速の送風機に必要な電力は、効率算定に含められる。

4.4.3 単一出力電源装置に対する送風機負荷の考慮

標準的な単一出力電源装置(一般的に、ラック搭載型サーバーおよびブレードサーバーアプリケーションにおいて使用される)では、送風機は、電源装置からの熱だけでなく、システムからの熱も除去するような大きさとなっている。システム設計者による様々なシステム冷却方法の使用を促進するために、送風機によって消費された電力は、効率の算出に含めない。電源装置に内部送風機がある場合、製造事業者は、電源装置の効率試験の間、送風機に外部電力を供給するような設定にする。電源装置に内部送風機がなく、またサーマルカットオフにより効率試験の間動作できない場合には、電源装置を冷却するために外部送風機を使用する。外部送風機によって消費された電力は、効率の算出に含めない。どちらの場合にも、各負荷設定による試験において消費される送風機の電力は、送風機の消費電力を含める場合と含めない場合の業界が認める性能を判断する際のデータ収集を目的として記録される。

5. 試験装置とその使用

5.1 一般規定

本書の試験方法は、正確で一貫性のある電源装置の測定を各試験場において確保することを意図している。一般的な試験の実施慣行に関するガイドラインについては、IEEE 1515-2000 *IEEE 電源サブシステムに関する推奨慣行：要素の定義、試験条件、および試験方法*（*IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods*）の付属書類 B を参照し、測定の不確実性評価に関する検討については、IEC 62301 Ed.1.0 *待機時消費電力の測定*（*Measurement of Standby Power*）の第 4 章、付属書類 B、および付属書類 D を参照する。

5.2 試験電圧源

入力電圧源は、(IEEE 1515-2000 に規定されているように）実施可能である場合において、被試験機器の銘板入力電力の少なくとも 10 倍を供給可能であること。入力電圧が、試験中のいずれかの時点において、試験用に規定された電圧（115Vac または 230Vac または±48Vdc）の±1%を超えて変化する場合、その入力電圧源を不適切であると判断し、別の電圧源を使用すること。

交流電源の種類に関係なく、規定されたモードの被試験機器に供給するときの供給電圧の THD は、（IEC 62301 に規定されているように）13 番目までの調波に対して 2%を超えないようにすること。試験電圧のピーク値は、(IEC 62301 に規定されているように）その実効（RMS）値の 1.34 倍から 1.49 倍の間とする。

三相の試験電圧源の電圧不平衡は、0.1%未満とする。

直流電源の THD、周波数あるいは電圧の不平衡基準はない。

5.3 試験直流負荷

電子負荷のような能動的直流負荷、または被試験機器の効率試験に使用される抵抗器のような受動的直流負荷は、±0.5%の精度範囲内で、各出力電圧に対して必要とされる電流負荷の設定値を維持すること

が可能であること。電子負荷バンクを使用する場合は、一定した電流負荷を被試験機器に提供できるように負荷バンクの設定を調節する。

5.4　試験のリード線および配線

過度の負荷による電線の過熱を防ぎ、不正確な効率測定に導く可能性がある電線における過度の電圧低下を低減するために、導体が伝導する最大電流にしたがい電線接続の様々な部分に対して適切な AWG（American Wire Gauge : 米国電線規格）電線を選択しなければならない。測定や配線に関する詳細な情報および指針については、IEEE 1515-2000 の付属書類 B を参照する。IEEE 1515-2000 の表 B.2「電線標準寸法の一般的な数値とそれに関する電圧低下（Commonly used values for wire gages and related voltage drops）」では、導体と電圧低下の関係が、3 つの変数（導体により伝導される電流、導体の AWG、および導体の長さ）による関数で示されている。被試験機器の入力および出力の測定値がコネクタピンにおいて直接計測されない場合、適切な電圧測定値となるように、電流を伝導する導体における電圧の低下を加算または減算しなければならない（以下の図 1 を参照）。

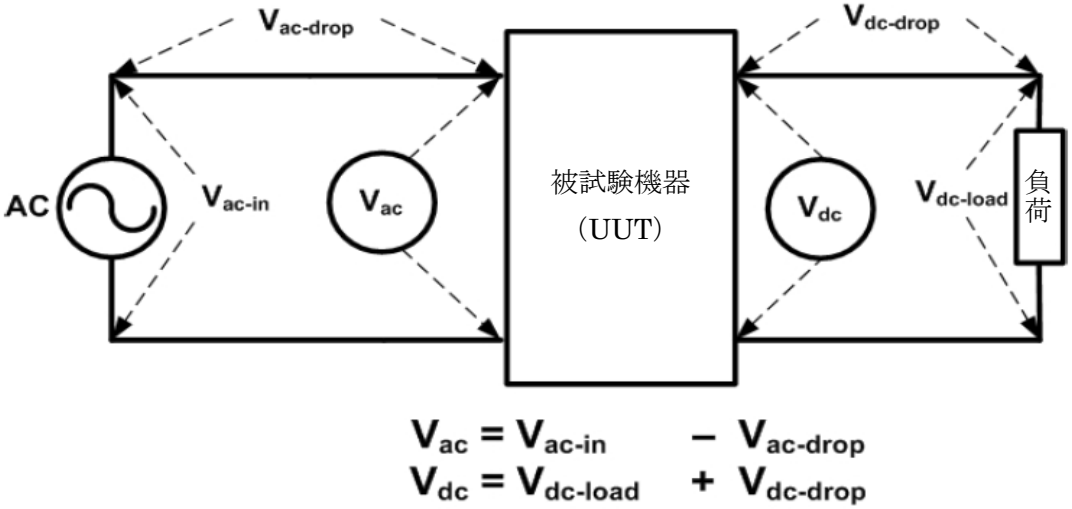


図1 入力電圧および出力電圧の測定

一般的な試験設定は、以下の図 2 に示されるように構成できる。効率試験に使用される交流電力計は、交流電圧、交流電流、交流電力、力率、および電流の全高調波歪みの計測が可能であること。直流電源が交流電源の代わりに使用される場合、適切な直流計測器が、直流入力電圧／電流／および電力を測定するために使用される。直流電力計は、電源装置のすべての直流電圧入力または出力について、直流電圧、直流電流、および直流電力の測定が可能であること。すべての電力計測装置は、本書の 5.5 節に説明される精度要件を満たしていること。直流負荷は、試験過程において一定の電流を引き込むことが可能であり、本書の 5.3 節に規定される許容範囲を満たしていること。

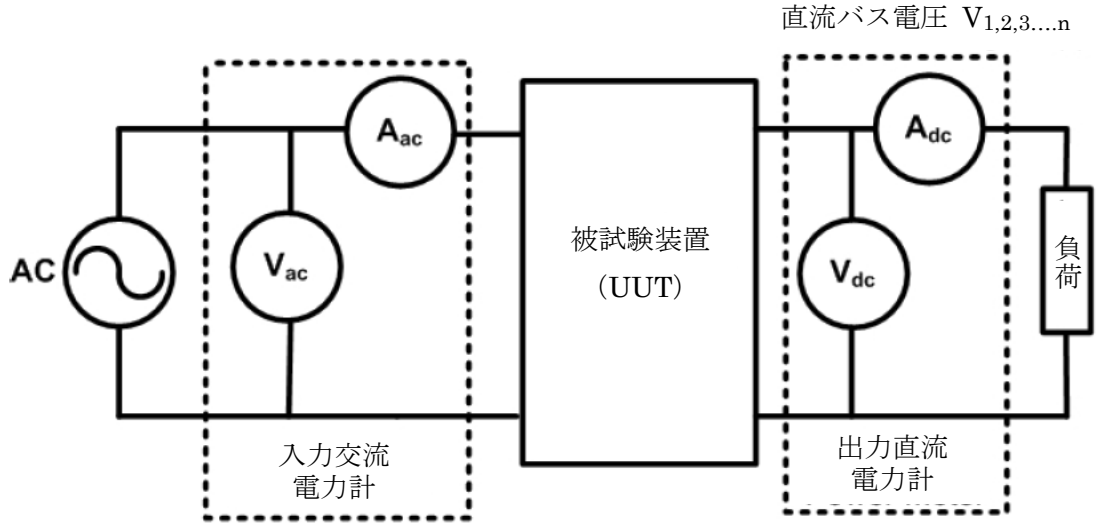


図 2 一般的な効率試験の設定

5.5 測定装置の使用における精度

消費電力の測定は、IEC62301 に規定されているように、適切に較正された電圧計と電流計または電力解析器を用いて行う。0.5W 以上の消費電力は、95%の信頼水準において、2%以下の不確実性で測定される。0.5 W 未満の消費電力は、95%の信頼水準において、0.01 W 以下の不確実性で測定される。消費電力測定装置は、以下の分解能を有する。

i　10W 以下の消費電力測定値に対して 0.01W 以下
ii　10W 超から 100W 以下の消費電力に対して 0.1W 以下
iii　100W を超える消費電力測定に対して 1W 以下

複数の位相に接続される機器については、接続されるすべての位相の消費電力の合計を測定できるように、消費電力測定装置を準備する。

さらなる詳細については、IEC 62301 の付属書類 D および、測定における不確実性を表すための ISO ガイドを参照する。

5.6　試験室

IEC 62301 に規定されているように、被試験機器の近辺の空気速度が 0.5 m/s 以下の部屋で試験を実施し、試験の間は周囲温度を 23℃±5℃に維持する。個別に給電される送風機、空調装置、または放熱板の使用による意図的な被試験機器の冷却を行わない。また、伝熱性のない表面上で、被試験機器の試験を実施すること。

5.7　暖機時間

電源装置の構成部品の内部温度は、その機器の効率に影響を与える可能性がある。試験前の一般的推奨事項として、少なくとも 15 分間、あるいは連続した 2 つの 5 分間隔における入力電力の読取り値の合計が±1%を超えて変化しない充分な時間、試験用負荷に達するまで各被試験機器に負荷を与える。

6. 効率試験の負荷基準値

6.1 一般規定

交流-直流または直流-直流電源装置に関する負荷基準は、定格直流出力電力ではなく、定格直流出力電流に基づいている。例として、定格直流出力電流が 10A であり、50W で+5V の単一出力電源装置に対する 50%の負荷条件を検討する。この負荷条件は、5A の電流がバスに流れるように 5V のバス出力に接続された直流負荷を（抵抗器または電子負荷バンクを使用して）調節することにより達成される。これは、負荷条件の範囲のもとでは電圧制御が一定に保たれない可能性があるため、バス上の負荷が 25W の電力を消費するまで負荷バンクを調節することと同等ではない。

複数の出力電圧バスがある電源装置の場合、各バスが定格直流出力電流を有するため、整合性のある負荷基準を定義することはさらに難しい。これらの定格電流に対する負荷を与えられた各バスで消費される電力の合計は、その電源装置の総定格直流出力電力を超過する可能性がある。複数出力の内部交流-直流電源装置に対して整合性のある負荷指標を提供するため、比例割当て方法が推奨される。この方法は、次の項で詳細に説明される。

6.1.1 複数および単一出力の交流-直流および直流-直流電源装置に負荷を与えるための比例割当方法

本項は、比例割当て方法に基づく負荷指標の作成方法を示している。定格出力電力の 20%、50%、および 100%の負荷において、義務付けられた測定を実施する。10%における測定は、単一および複数出力電源装置の両方に対して記録してよい。被試験機器の銘板に各出力電圧バスの最大定格直流出力電流が規定されている場合は、それらの数値を超えないように注意する。しかし、各バスの最大電流値までそれぞれ負荷を与えることにより、多くの場合、その電源装置の総定格直流出力電力を超える。場合によっては、出力電圧バスの下位群（サブグループ）に対して定格が設けられている。各バスの最大電流値まで負荷を与えた場合、これらの下位群（サブグループ）の定格も超える可能性がある。以下の項では、算出された軽減係数（D）を用いて、複数出力の交流-直流電源装置に負荷を与える方法が説明される。

6.1.1.1 下位群（サブグループ）定格のない電源装置の総定格直流出力電流に基づく比例割当て方法

製造事業者は、各バスに対する定格直流出力電流の制限値と、その電源装置の総定格直流出力電力を規定している。負荷基準に関する比例割当て方法は、以下のとおりである。

4 つの出力電圧バスを有する電源装置を想定する。表 6-1 は、この電源装置の出力仕様の例である。

表 6-1:出力変数の名称

各バスの定格直流出力電圧	各バスの定格直流出力電流	定格総直流出力電力
V_1	I_1	P
V_2	I_2	
V_3	I_3	
V_4	I_4	

手順1：式 6-1 を用いて軽減係数 D を算出する。

$$D = \frac{P}{(V_1 * I_1) + (V_2 * I_2) + (V_3 * I_3) + (V_4 * I_4)}$$ ***式 6-1***

手順 2：D≧1 ならば、各バスの定格直流出力電流となるまで電源装置に与えられる負荷が、その電源装置の総定格直流出力電力を超過しないことは明らかである。この場合、X%負荷に対して各バスに求められる出力直流電流は、以下の式で判定できる。

$$I_{bus} = I_n * \frac{X}{100}$$ ***式 6-2***

上記の式において、I_{bus} は X%負荷においてそのバスに求められる出力直流電流であり、I_n はそのバスの定格直流出力電流である。例として表 6-2 では、D≧1 に基づいた電源装置に対する 50%負荷の指標が示されている。

表 6-2: D≧1 に対する 50%負荷指標

各バスの出力電圧	50%負荷指標
V_1	$0.5*I_1$
V_2	$0.5*I_2$
V_3	$0.5*I_3$
V_4	$0.5*I_4$

手順 3: しかし、もし D ＜ 1 であるならば、これは、各バスの定格直流出力電流となるまで各バスに与えられる負荷がその電源装置の総定格直流出力電力を超過することを示している。この場合、軽減係数を用いた以下の負荷基準が採用される。

$$I_{bus} = \frac{D * X * I_n}{100}$$ *式 6-3*

100%負荷における総負荷が、その電源装置の定格直流出力電力と等しくなるように、この式は、各出力電圧バスの出力直流電流を効果的に軽減する。またこの式は、その他の負荷レベルも軽減する。例として表 6-3 では、D ＜ 1 に基づく電源装置に対する 50%負荷の指標が示されている。

表 6-3: D＜1 に対する 50%負荷指標

各バスの出力電圧	50%負荷指標
V_1	$D*0.5*I_1$
V_2	$D*0.5*I_2$
V_3	$D*0.5*I_3$
V_4	$D*0.5*I_4$

6.1.1.2 下位群（サブグループ）定格のある電源装置の総定格直流出力電流に基づく比例割当て方法

場合により、電源装置の製造事業者は、電源装置の総定格直流出力電力だけでなく、バスの下位群に対しても定格直流出力電力を規定している。このような種類の電源装置の例は、総定格直流出力電力が 330W、+5V および+3.3V の併合バスに対する定格直流出力電力が 150W のコンピュータ用電源装置である。各バス固有の定格直流出力電流までそのバスに与えられる負荷は、電源装置全体の定格直流出力電力および下位群の定格直流出力電力の両方を超過する可能性がある。本項では、下位群および電源装置全体の両方の電流定格を確実に超えないようにするための方法が説明される。

6 つの出力電圧バスがあり、総定格直流出力電力 P_Tを有する電源装置を想定する。下位群のバス 1 および 2 の定格直流出力電力を $P_{S1\text{-}2}$とし、下位群のバス 3 および 4 の定格電力を $P_{S3\text{-}4}$とし、バス 5 および 6 の定格は、単純にそれらバス独自の電圧および電流から得られる値と同一とする。表 6-4 は、この電源装置の出力仕様の例である。

表 6-4: 下位群の出力電圧バスの最大定格に対する出力変数の名称

各出力バスの出力電圧	各バスの最大定格出力電流	下位群 V_1、V_2 および V_3、V_4 に対する最大定格出力電力(W)	電源装置の最大総定格
V_1	I_1	$P_{S1\text{-}2}$	P_T
V_2	I_2		
V_3	I_3	$P_{S3\text{-}4}$	
V_4	I_4		
V_5	I_5	P_{S5}	
V_6	I_6	P_{S6}	

手順1：式 6-4 を用いて、各下位群に対する軽減係数 D_{S1} から D_{S6} を算出する。

$$D_{S1-2} = \frac{P_{S1-2}}{(V_1 * I_1 + V_2 * I_2)}$$

$$D_{S3-4} = \frac{P_{S3-4}}{(V_3 * I_3 + V_4 * I_4)}$$

$$D_{S5} = \frac{P_{S5}}{(V_5 * I_5)}$$

$$D_{S6} = \frac{P_{S6}}{(V_6 * I_6)}$$

式 6-4

軽減係数 D_S≧1 であるならば、下位群がその定格直流出力電流まで負荷を与えられた場合に、下位群の定格出力電力を超過しないことは明らかであるため、軽減の必要はない。

しかし、１つまたはそれ以上の D_S 係数が 1 未満であるならば、出力にそれらの最大出力電流まで負荷を与えた場合、下位群の電力を超過するため、軽減が必要となる。

手順 2：
また、下位群の最大定格電力の合計がその電源装置の総最大電力定格（P_T）よりも大きいか確認することも必要である。下位群の最大定格電力の合計が、その電源装置の総電力定格よりも大きい場合、第二の軽減係数 D_T を適用しなければならない。この係数は、以下のように算出される。

$$D_T = \frac{P_T}{P_{S1-2} + P_{S3-4} + P_5 + P_{S6}}$$

式 6-5

D_T ≧ 1 であるならば、軽減は必要ない。

D_T ＜ 1 であるならば、各出力に対する軽減を実施しなければならず、これは以下に示されている。

例として表 6-5 では、D_S ＜1 および D_T ＜1 に基づき、電源装置の X%負荷に対する指標を示している。

表 6-5:各個別および下位群のバス電圧に対する出力負荷電流の計算

出力電圧	出力電流定格	下位群	出力負荷電流
V_1	I_1	1-2	$D_T * D_{S1-2} * I_1 * \frac{X}{100}$
V_2	I_2		$D_T * D_{S1-2} * I_2 * \frac{X}{100}$
V_3	I_3	3-4	$D_T * D_{S3-4} * I_3 * \frac{X}{100}$
V_4	I_4		$D_T * D_{S3-4} * I_4 * \frac{X}{100}$
V_5	I_5	5	$D_T * D_{S5} * I_5 * \frac{X}{100}$
V_6	I_6	6	$D_T * D_{S6} * I_6 * \frac{X}{100}$

6.1.2 待機(スタンバイ)状態におけるコンピュータの内部電源装置の交流または入力直流消費電力を測定するための電流割当方法

待機時（スタンバイモード）に動作しているコンピュータの内部電源装置の交流または入力直流消費電力の測定は、必要に応じて、その電力入力を介して電源装置を交流または直流電圧源に接続し、100mA、250mA、および 1,000mA の電流負荷を待機電圧レール（+5Vsb）に適用して実施する。（参照：Intel Power Supply Design Guideline Rev. 0.5）

その他の電子製品に給電するように設計されている電源装置の場合、待機時（スタンバイモード）における交流または入力直流消費電力の測定は、必要に応じて、その電力入力を介して電源装置を交流または直流電圧源に接続し、その電源装置の銘板電流定格の 20%、50%、および 100%と等しい電流負荷を待機電圧レールに適用して実施する。上記の推奨負荷点以外の負荷点が、電源装置が目的の製品に導入された際に待機電圧レールに与えられる実際の負荷の特性をより明確に示すのであるならば、測定者は、上記の推奨負荷点に*加え*て、これら他の負荷点における待機時（スタンバイモード）の交流または直流入力消費電力についても測定することを選択してよい。

7. 測定方法

1. 製造事業者が電源装置の仕様明細において規定する、交流-直流または直流-直流電源装置の入力および出力の仕様をすべて記録する。これらの情報には、以下の項目の１つ以上が含まれる可能性がある。

   - 定格入力電圧（交流または直流）
   - 定格入力電圧範囲（交流または直流）
   - 定格入力電流（交流または直流）
   - 定格入力電流範囲（交流または直流）
   - 定格入力周波数（直流入力には適用不可）
   - 定格入力周波数範囲(直流入力には適用不可)
   - 定格出力直流電力
   - 定格出力直流電流
   - 定格出力直流電流範囲
   - 定格出力直流電圧
   - 定格出力直流電圧範囲

2. 試験場所における周囲環境状態を記録する。これらの情報には、以下が含まれる。
   - 周囲温度
   - 試験地の標高
   - 大気圧

3. 被試験機器に用いられる負荷指標により規定されている各負荷レベルに対する各出力電圧バスの負荷基準を算出する。

4. 電源、被試験機器、負荷、および測定装置を含めた試験準備を完了させる。電源装置を試験するための、測定および試験装置の準備に関する一般的指針および推奨慣行については、IEEE 1515 の付属書類 B「一般試験慣行(General Test Practices)」を参照する。

5. 試験要件にしたがい、（プログラム制御が可能である場合には）電力源の入力電圧および周波数を設定する。

6. 本試験方法で規定される許容範囲内で、被試験機器に対して得られた負荷基準に基づき、（抵抗器または電子直流負荷バンクのどちらかを使用して）出力電圧バスに負荷を与える。

7. 送風機が断続的に動作するならば、4.4 節で説明される手順にしたがう。

8. 各負荷状態において、以下の項目について測定し、結果を記録する。直流値については、各直流出力電圧バスに対し、個別の値を記録する。

   - 実効（RMS）交流入力電力または直流入力電力（直流-直流電源装置の場合）
   - 実効（RMS）交流入力電圧または直流入力電圧

- 実効（RMS）交流入力電流または直流入力電流
- 力率
- 入力電流の全高調波歪み
- 直流出力電圧
- 直流出力電流
- 直流出力電力
- *注記：力率と全高調波歪みは交流-交流電源装置には適用不可。*

9. 式を用いて、負荷条件に対する電源装置の効率を算出する。

$$\eta = \frac{\sum_i P_{o,i}}{P_{in}} \times 100$$ ***式 7-1***

この式において、P_{in} は有効実効（RMS）入力電力であり、$P_{o,i}$ は i 番目のバスの出力電力である。

10. その他の負荷条件に関して、本手順を繰り返す。

11. 本書の 6.1.2 項に規定される負荷点における待機時（スタンバイモード）の被測定機器の交流消費電力を測定し、結果を記録する。

7.1 試験の報告

試験報告書においては、製造事業者によるモデル名とモデル番号、仕様、および負荷基準を含む電源装置の詳細と共に、試験の（測定および算出された）主なデータを図表で表すこと。付属書類 A では、交流-直流電源装置の試験報告書の例と、異なる負荷条件における電源装置効率のグラフが示されている。電源装置の試験報告書に関する追加情報およびその他関係情報については、ウェブサイト（*www.EfficientPowerSupplies.org*）を参照すること。

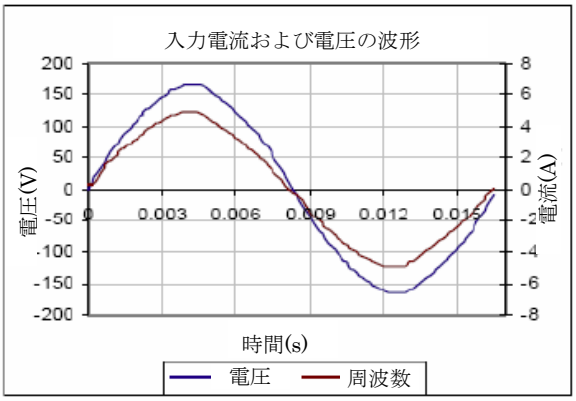
8. 付属書類 A: 複数出力電源装置の効率報告例

コンピュータ用電源装置の効率試験の報告

代表効率（負荷 50%）： 78.6%
平均効率： 73.7%

被試験機器番号	9
製造事業者	××××
モデル	××××
製造番号	××××
年	不明
種別	ATX12V
試験年月日	2005 年 3 月 11 日
測定者	BV
周囲温度	23.5℃

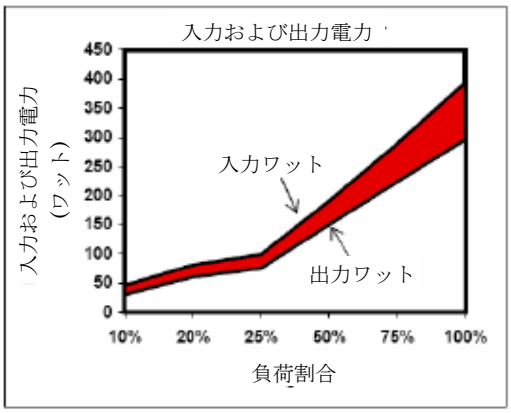
定格仕様	数値	単位
入力電圧	100-240	ボルト
入力電流	5	アンペア
入力周波数	50/60	ヘルツ
5V および 3.3V における総合最大出力電力	200	ワット
12V における総合最大出力電力	なし	ワット
5V、3.3V および 12V における総合最大出力電力	なし	ワット
定格出力電力	**300**	**ワット**

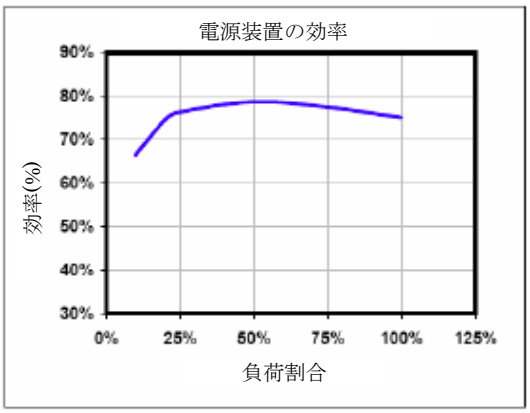


入力交流電流波形（100%負荷において I_{THD}=4.1%）

注記：全ての測定値は、115V 標準および 60Hz の入力電圧にて記録されている。

IRMS A	PF	ITHD (%)	負荷 (%)	入力 ワット	直流端子電圧(V)／直流負荷電流(A)							出力 ワット	効率%
					12V1/18.0	12V2/ NA	-12.0/0.8	-5.0/ NA	5.0/30.0	3.3/28.0	5.0VSB/ 2.0		
0.41	0.97	21.4%	10%	46	12.1/1.24	N/A	-12.2/0.06	N/A	5.09/1.70	3.27/1.59	5.03/0.14	30	66.4%
0.71	0.99	13.1%	20%	81	12.1/2.48	N/A	-12.1/0.11	N/A	5.07/3.40	3.26/3/18	5.02/0.28	60	74.6%
1.66	0.99	7.1%	50%	191	12.1/6.2	N/A	-12.3/0.28	N/A	5.01/8.50	3.21/7.96	4.98/0.69	150	78.6%
6.43	1.00	4.1%	100%	394	12.1/12.4	N/A	-12.3/0.55	N/A	4.88/17.0	3.08/15.89	4.90/1.38	296	75.0%





これらの試験は、カリフォルニア・エネルギー委員会による稼働モード動作時における PC 用電源装置の効率改善イニシアチブの一環として実施された。

試験機関：EPRI Solutions Inc., Knoxville, TN. USA.

注記：その他の試験報告書例については、www.EfficentPowerSupplies.org を参照すること。

9. 付属書類 B: 内部電源装置に関する考察

本試験方法の対象となる内部電源装置に共通する筐体構造は、図 B-1 に示されるように閉鎖型構造と開放型構造である。筐体に収められた内部電源装置は、送風機により冷却される。

(a) 閉鎖型構造の内部電源装置

(b) 開放型構造の内部電源装置

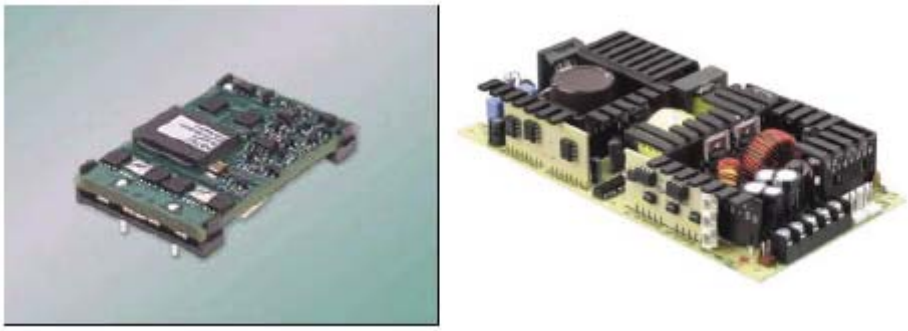


図 B-1. a)閉鎖型構造および b)開放型構造の内部電源装置の例(提供:Astec Power、Artesyn Technologies)

以下の表には、様々な製品区分において用いられる内部電源装置の代表例の出力定格と、それら電源装置の負荷基準が示されている。

表 B-1:ATX 12 V フォームファクタのデスクトップ PC 用 300 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	出力電圧	最小電流(A)	最大電流(A)	ピーク電流(A)
V_1	+12	1.0	18.0	19.5
V_2	+5	0.5	26.0	--
V_3	+3.3	0.5	27.0	--
V_4	–12	0.0	0.8	--
V_5	+5（待機／スタンバイ）	0.0	2.0	2.5

表 B-2:TFX 12 V フォームファクタのデスクトップ PC 用 220 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	出力電圧	最小電流(A)	最大電流(A)	ピーク電流(A)
V_1	+12	1.0	15	17
V_2	+5	0.3	13	--
V_3	+3.3	0.5	17	--
V_4	–12	0.0	0.3	--
V_5	+5（待機／スタンバイ）	0.0	2.0	2.5

表 B-3:陰極線管(CRT)ディスプレイ用 200W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	直流バス電圧(V)	連続電流定格(A)	電圧制御要件
V_1	135	0.75	+/– 1V
V_2	30	1.2	5%
V_3	15	0.5	5%
V_4	7	1.2	5%

表 B-4:液晶ディスプレイ(LCD)用 55 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	直流バス電圧(V)	連続電流定格(A)	電圧制御要件
V_1	12	1.2	5%
V_2	5	8	3%

表 B-5:プラズマディスプレイパネル(PDP)用 360 W 内部電源装置の出力仕様

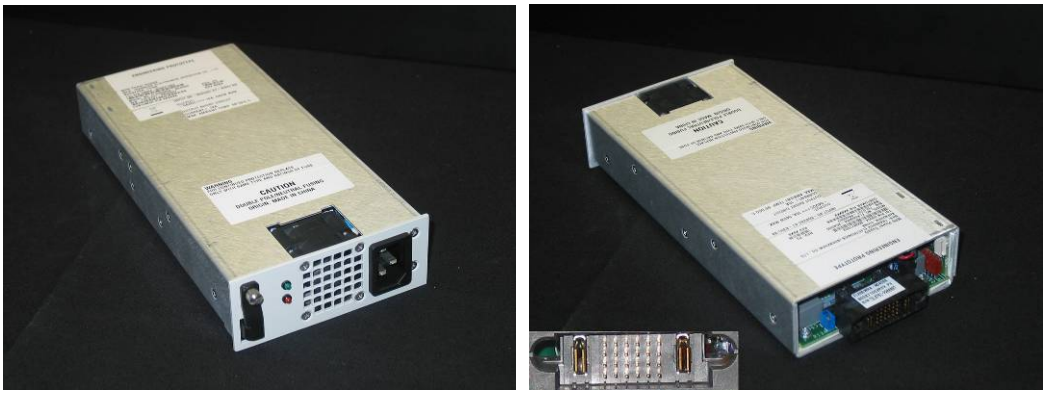
電圧レール番号	直流バス電圧(V)	連続電流定格(A)	電圧制御要件
V_1	170	1.3	+/– 2V
V_2	65	0.9	5%
V_3	15	0.9	5%
V_4	13.5	0.6	7%
V_5	12	0.6	5%
V_6	5	0.7	5%
V_7	5(待機/スタンバイ)	0.15	5%

表 B-6:デジタルセットトップボックス用 30 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	直流バス電圧(V)	連続電流定格(A)
V_1	30	0.03
V_2	18	0.5
V_3	12	0.6
V_4	5	3.2
V_5	3.3	3.0

10. 付属書類 C: サーバー電源装置に関する考察

本試験方法の対象となるサーバー電源装置に共通する筐体構造は、図 C-1 に示されるようなラック搭載可能なユニットである。



(a) 単一出力サーバー電源装置: -54VDC

(b) 二重出力サーバー電源装置: 48VDC および 5VDC

(c) 複数出力サーバー電源装置: 12VDC, 5VDC, 3.3VDC & -12VDC

図 C-1. a)単一出力(TDI)、(b)二重出力(C&D Technologies)、および(c)複数出力(Delta Electronics)のラック搭載可能型サーバー電源装置の例

図 C-1 に示される 3 つのサーバー電源装置のそれぞれには、固有の出力コネクタインターフェースがあり、その効率を測定するには、さらなる手順が必要となる。

データセンターで作動するサーバー電源装置の例が、図 C-2 で示されている。2 つの個別の電源装置が単体サーバーまたは集合サーバー（サーバーバンク）に給電できるように、どのように電源装置が冗長的に構成されているかに注目すること。これらの電源装置のうちの片方に不具合が生じた場合は、もう一方が全負荷を引き継ぐことになる。この構成により、データセンター運用者は不要な休止時間を回避できる。

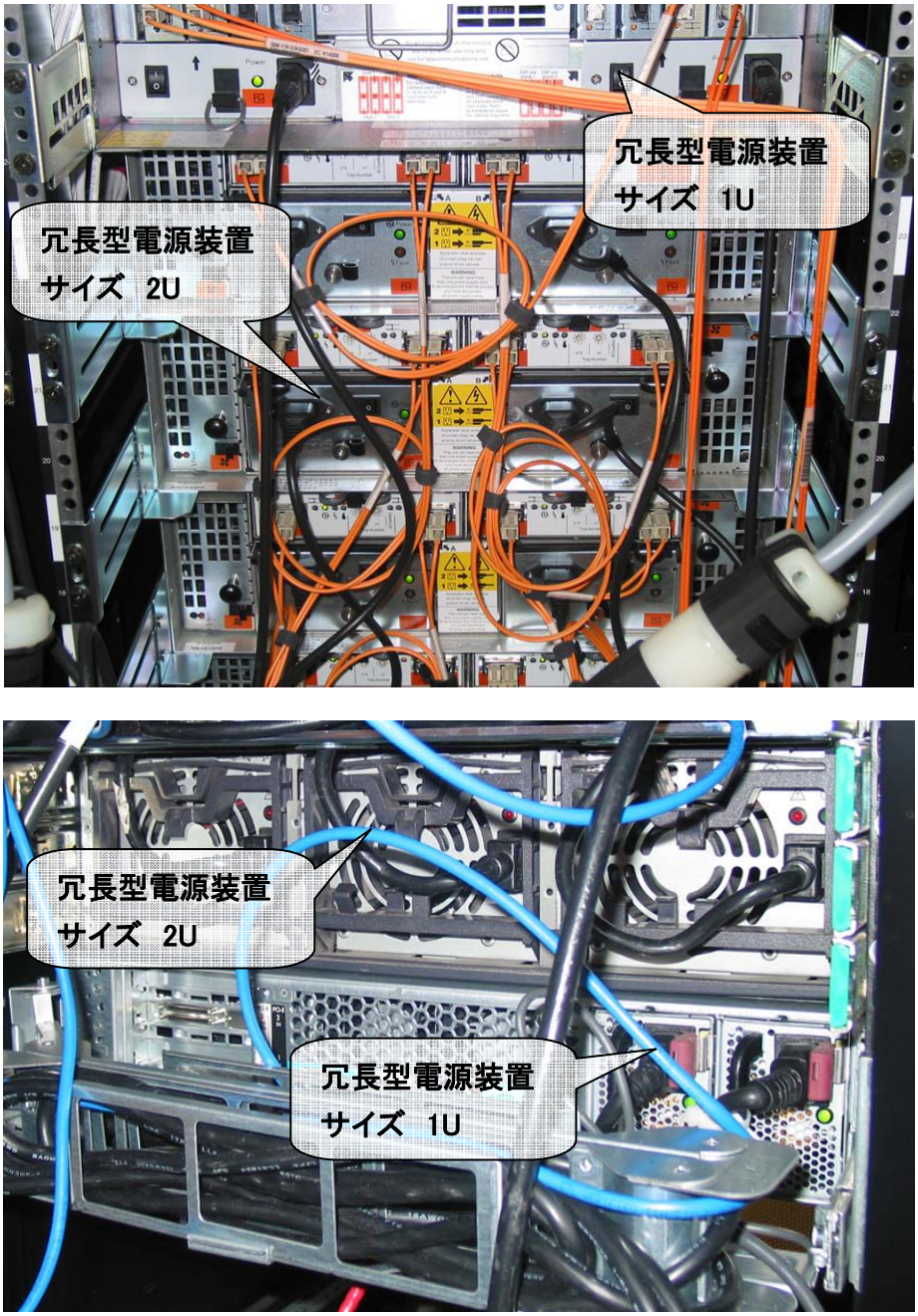


図 C-2. データセンターにおける冗長型サーバー電源装置の例（提供： Electric Power Research Institute）

サーバー電源装置は、出力電力／電圧のような銘板上の特性が大きく異なる。1 ユニット（1U）ラック搭載可能型サーバー電源装置とその銘板定格の代表な例が、表 C-1 に記載されている。

表 C-1: サーバー電源装置の仕様例

製造事業者	定格出力 電力 (W)	サイズ	区分	電圧出力 (V dc)
A	1325	1U	二重出力	12V, 3.3V
B	1900	3U	単一出力	48V
C	540	1U	単一出力	–54V
D	500	1U	複数出力	12V, 5V, 3.3V, –12V, 5Vsb
E	750	2U	複数出力	12V, 5V, 3.3V, –12V, 5Vsb
F	2000	1U	二重出力	48V, 5V