

内部 AC-DC 電源装置のエネルギー効率算出用試験方法
6.1 版

EPRI Solutions, Inc.
Dr. Arshad Mansoor
Brian Fortenbery
Baskar Vairamohan

Ecos Consulting
Peter May-Ostendorp
Chris Calwell

2006 年 5 月

後援

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)

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、高度化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、標準連結器を使用する内部電源装置に焦点を絞るため、目的が修正された。 消費電力測定機器の仕様がより詳細にされた。 待機時における電源装置のAC消費電力を測定するための指針に、条件を追加。
6.1	2006年5月8日	非常に小さい負荷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。

目次

1.	対象範囲	5
1.1	本書の目的	5
2.	参考文献	6
3.	定義	7
3.1	AC-DC 電源装置	7
3.2	AC 信号	7
3.3	周囲温度	7
3.4	皮相電力	7
3.5	DC 信号	7
3.6	効率	7
3.7	閉鎖型構造モジュラー内部電源装置	7
3.8	複数出力電源装置	7
3.9	開放型構造モジュラー内部電源装置	7
3.10	出力電圧バス	8
3.11	有効力率	8
3.12	波高率	8
3.13	定格 AC 入力電圧	8
3.14	定格 AC 入力電圧範囲	8
3.15	定格 DC 出力電流	8
3.16	定格 DC 出力電流範囲	8
3.17	定格 DC 出力電力	9
3.18	定格 DC 出力電圧	9
3.19	定格入力周波数	9
3.20	定格入力周波数範囲	9
3.21	定格入力電流	9
3.22	定格入力電流範囲	9
3.23	RMS (二乗平均平方根) 実効値	9
3.24	単一出力電源装置	9
3.25	待機時 (standby mode)	9
3.26	待機電圧レール (Vsb)	10
3.27	定常状態	10
3.28	試験電圧源	10

3.29	全高調波歪み (THD)	10
3.30	被試験機器 (UUT : Unit Under Test)	10
3.31	電圧の不均衡	10
4.	効率試験の標準条件	12
4.1	一般規定	12
4.2	入力電圧および周波数	12
4.3	電源装置の負荷	12
4.4	電源装置送風機の負荷サイクル	12
5.	試験装置とその使用について	14
5.1	一般規定	14
5.2	試験電圧源	14
5.3	試験 DC 負荷	14
5.4	試験のリード線および配線	14
5.5	測定装置の使用における精度	15
5.6	試験室	16
5.7	暖機時間	16
6.	効率試験の負荷基準値	17
6.1	一般規定	17
6.1.1	複数出力 AC-DC 電源装置に負荷を与えるための比例割当方法	17
6.1.2	待機状態におけるコンピュータの内部電源装置の AC 消費電力を測定するための電流割当方法	21
7.	測定方法	21
7.1	試験の報告	23
8.	付属書類 A : デスクトップ PC の内部電源装置の効率報告例	24
9.	付属書類 B : 内部電源装置に関する考察	25

1. 対象範囲

本書は、内部 AC-DC 電源装置のエネルギー効率を計算するための試験方法を規定している。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。頻繁に 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いる。さらに、トランスフォーマーのような AC-AC 変圧器、および DC-DC 変圧器は、本書の対象範囲に含まれていない。本書における試験方法は、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、各個別の DC 出力バス（必要な場合はそれら電圧バスの集合）に安全に存在できる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 DC 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できる電源装置。

給電先の機器の主要回路基板内に物理的に組み込まれている電源装置は、AC および DC 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 の第 4.3 章 *IEEE 電子回路用電源サブシステムのパラメータ定義、試験条件、および試験方法に関する推奨案 (IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods)* に基づき、本試験方法は、AC-DC 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 AC-DC 内部電源装置のエネルギー効率を測定することを目的とした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明確化を図る。

2. 参考文献

本書に記載されている試験方法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 電子回路用電源サブシステムのパラメータ定義、試験条件、および試験方法に関する推奨案 (IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods)*
2. IEEE 規格 519-1992 *IEEE 電氣的電源システムにおける高調波抑制に関する推奨案および要件 (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 (機器の入力電流 \leq 相ごとに 16 A) (Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for Harmonic Current Emissions (Equipment Input Current \leq 16 A 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および測定装置 (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*

3. 定義

本書において、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 AC-DC 電源装置

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

3.2 AC 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

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

3.5 DC 信号

両極および振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

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入力電力に対する割合（パーセント表示）であり、以下の式を用いて算出される。

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

第 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た、その変圧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、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（電力）および出力（電力）を有する。

3.8 複数出力電源装置

1 つ以上の DC 電圧レベルまたはバスを提供する設計の電源装置。

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、構成部品は 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（電力）および出力（電力）を有し、その他構成部品や回路に損傷を与えずに製品から分離できる。

3.10 出力電圧バス

負荷が接続され電流と電力が供給される電源装置の DC 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できる。

3.11 有効力率

有効力率は、ワット単位で消費される稼働（あるいは実際の）電力（P）のボルトーアンペアで引き込まれる皮相電力（S）に対する比率。

$$PF = \frac{P}{S} \quad \text{式 3-2}$$

および

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{式 3-3}$$

上記に式において、

PF は力率、

P は稼働時消費電力（ワット）、

Q は無効電力（ボルトーアンペア）、

S は総消費電力（ボルトーアンペア）とする。

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、ピーク電力の実効電流に対する比率（またはピーク電圧の実効電圧に対する比率）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 DC 負荷について波高率は 1.0 である。

3.13 定格 AC 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ー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ーライン間電圧である。

3.14 定格 AC 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 DC 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 DC 出力バスに対する DC 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。

3.16 定格 DC 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 DC 出力電流範囲（最小／最大）。

3.17 定格 DC 出力電力

製造事業者が規定する最大 DC 出力電力。これは、全電圧バスとその一部のバス、または単一電圧バスに関する総消費電力を対象とする可能性がある。

3.18 定格 DC 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 DC 出力電圧。

3.19 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 AC 入力周波数。

3.20 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 AC 入力周波数範囲（最小／最大）。

3.21 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。三相電源装置の定格入力電流は、各相における入力電流である。

3.22 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）。三相電源装置の定格入力電流は、各相における入力電流である。

3.23 RMS(二乗平均平方根)実効値

その期間を通して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 rms 電圧は、以下の式のように計算される。

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

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 rms（実効）電圧値とする。

（IEEE 規格 1515-2000 参照）

3.24 単一出力電源装置

1つの出力電圧バスにおいて1つの DC 電圧を提供する設計の電源装置。

3.25 待機時(standby mode)

待機時は、その間すべての DC 電力が電源装置の待機電圧レールを通じて供給されるモードを示している。（3.26 項を参照）

3.26 待機電圧レール(V_{sb})

待機電圧レールとは、AC 電力が電源装置の AC 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)

3.27 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含む可能性がある。(参照 : IEEE 規格 1515-2000)

3.28 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) を供給する装置を意味する。

3.29 全高調波歪み (THD)

基本構成要素の RMS (実効) 値に対する基本構成要素が取り外された後の AC 信号の rms (実効) 値の比率 (パーセント)。例えば、電流の THD は以下のように定義できる。

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

上記の式において、

I_n は電流信号の n 番目の高調波の RMS (実効) 値とする。

3.30 被試験装置 (UUT: Unit Under Test)

試験される機器。(参照 : IEEE 規格 1515-2000)

3.31 電圧不平衡

被試験機器の入力端子における、位相の RMS とニュートラル、または位相一位相間の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。

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

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} は位相電圧の最大不平衡とする。

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

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は、内部電源装置の効率に影響を与える変数である。以下の 4.2、4.3、および 4.4 節は、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を提言している。これらの最低条件を超えて、電源装置の製造事業者および使用者は、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

AC に関係する情報は、被試験機器に入力電圧を供給するために使用される。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 $\pm 1\%$ および規定周波数 $\pm 1\%$ 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 および 230V/50Hz）で試験されるが、銘板入力電圧および周波数が両方の条件の下で安全に動作可能であること示す場合による。両方の条件における試験が不可能な場合、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する。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。

4.3 電源装置の負荷

被試験機器の効率は、銘板出力電流の 20%、50%、および 100%で測定する。10%負荷条件における試験は、冗長構成で動作する設計の内部電源装置に対しては必須であり、非冗長電源装置に対しては任意である。電源装置の AC 消費電力はまた、特別な待機時の負荷条件において測定される。その他の負荷条件については、電源装置の製造事業者および使用者にとって適切であると見なされる可能性がある。複数の DC 電圧バスを有する内部電源装置に負荷を与える方法は、以下の 6.1.1 項で詳細に説明される。

いくつかの場合において、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する可能性がある。このような場合は、10%または 20%の負荷点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。最低電流要件が任意の電圧バスに対する試験用の算出された負荷点を超える場合においては、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 (%) は、いかなる試験報告においても、最低電流要件を有するバスに対して使用された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、被試験装置は、動作が定常状態に達するように、各負荷点において最低 15 分間動作させる。

4.4 電源装置送風機の負荷サイクル

一部の電源装置の設計において、冷却用送風機の負荷サイクル（時間におけるパーセントで表される）は、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。送風機が設定された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の影響を捉えるため、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¹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方により統合される。消費電力測定方法は、IEC62301 (待機時消費電力の測定 : *Measurement of Standby Power*) の第 4 章を参照している。

¹ 平均消費電力を得るための積算消費電力量の方法 (IEC62301 Ed.1.0 の第 4.3 章を参照する) : 測定装置が使用者の選択による期間における消費電力量を積算できる場合、選択された期間は 5 分未満であってはならない。統合された期間は、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の計測器における分解能の 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、平均消費電力を算出する。

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測定が各試験場において確実に実施されることを意図して作成されている。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 の付属書類 B「*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)*」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 (1.0 版)「*待機時消費電力の測定 (Measurement of Standby Power)*」の付属書類 B 第 4 項および付属書類 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、少なくとも被試験機器の銘板入力電力の 10 倍を供給可能であること。入力電圧が、試験中のいかなる時点においても、試験用に規定された電圧 (115Vac または 230Vac) に対して±1%を超えて変化する場合は、その入力電圧源は不適切であると判断され、別の電圧源を使用すること。

AC 電源の種類に関係なく、規定のモード状態の被試験機器に供給するときの供給電源の 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 RMS (実効) 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。

5.3 試験 DC 負荷

電子負荷のような能動的 DC 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 DC 負荷は、各出力電圧に対して規定されている電流負荷の設定値を±0.5%の精度範囲内で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。測定および電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」では、様々な導体における電圧低下が 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、電流を伝導する各導体における電圧の低下を、適切な電圧測定値に追加する、もしくはその電圧測定値から差し引かなければならない (以下の図 1 を参照)。

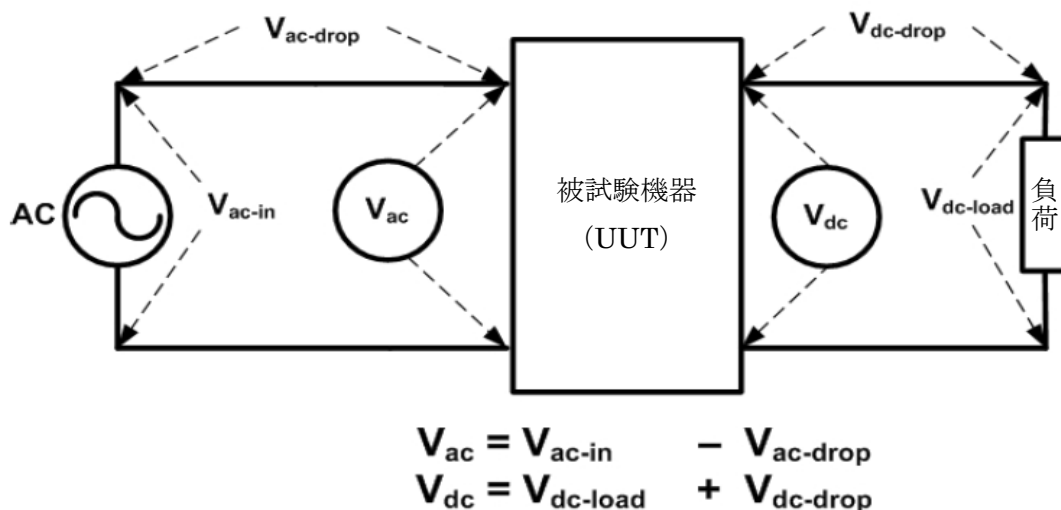


図1 入力および出力電圧測定

一般的な試験設定は、以下の図 2 に示されるように構成される。効率試験に使用される AC 電力計測器は、AC 電圧、AC 電流、AC 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。DC 電力計測器は、装置の全ての DC 電圧出力について、DC 電圧、DC 電流、および DC 電力の測定が可能であること。全ての電力計測装置は、本書の 5.5 項に説明される精度要件を満たしていること。DC 負荷は、試験中に一定の電流を引き込むことが可能であり、本書の 5.5 項に規定される許容範囲を満たしていること。

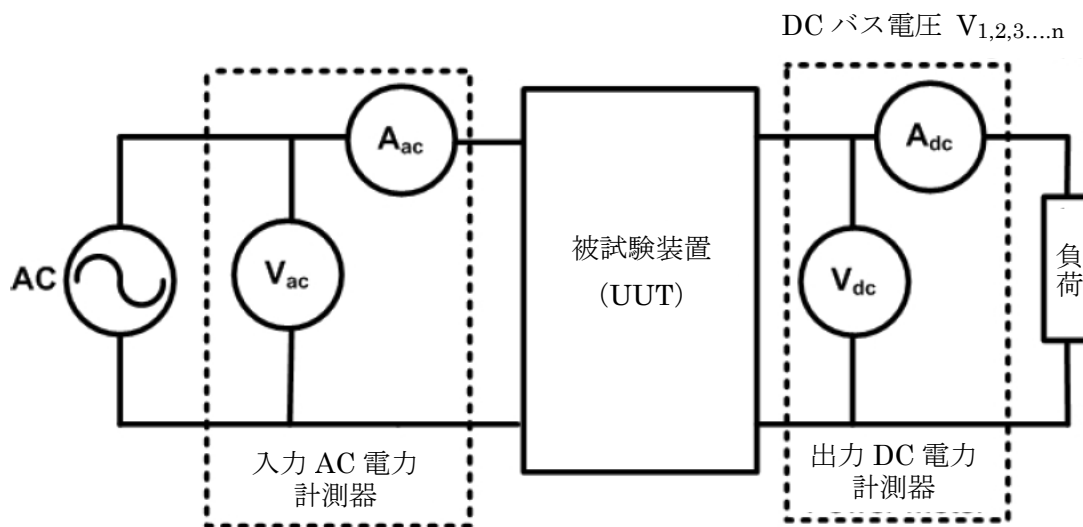


図2 一般的な効率試験の設定

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測定器を用いて行う。0.5W 以上の測定値は、95%の信頼水準において、2%以下の不確実性で計測する。0.5W 未満の測定値は、95%の信頼水準において、0.01W 以下の不確実性で測定する。電力測定装置は、以下の分解能を有すること。

- 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、測定における不確か性を表すための 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 未満の部屋で試験を実施し、試験中は周囲温度を $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 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り、意図的でない被試験機器の冷却が生じる。伝熱性のない表面上で被試験機器を試験すること。

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、15 分間以上あるいは連続した 2 つの 5 分間隔における入力電力の合計の読取り値が $\pm 1\%$ を超えて変化しないほど十分な時間、各被試験機器に対して試験用負荷に達するまで負荷を与える。

6. 効率試験の負荷基準値

6.1 一般規定

AC-DC 電源装置に関する負荷基準は、定格 DC 出力電力ではなく、定格 DC 出力電流に基づいている。例えば、定格 DC 出力電流が 10A であり、50W で +5V の単相出力電源装置に対し 50% の負荷条件を検討する。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 DC 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、電圧変動範囲が負荷条件の範囲を恒常的に下回った状態ではない可能性があるため、バス上の負荷が 25W の電力を浪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 DC 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はるかに難しい。これらの定格電流に対する負荷を与えられた各バスから浪費される電力の合計は、その電源装置の総定格 DC 出力電力を超過する可能性がある。複数出力の内部 AC-DC 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薦される。この方法は、次の項で詳細に説明される。

6.1.1 複数出力 AC-DC 電源装置に負荷を与えるための比例割当て方法

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% の負荷において測定を実施する。10% 負荷における測定については、冗長型電源装置に対して必須とし、非冗長型電源装置に対しては任意（オプション）とする。被試験機器の銘板が、各出力電圧バスの最大定格 DC 出力電流を規定している場合は、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、その電源装置の定格 DC 電力の総出力を超えることが多い。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。これらの下位群（サブグループ）の定格は、各バスの最大電流まで負荷を与えた場合についても、その電源装置の定格 DC 電力の総出力を超える可能性がある。以下の項では、計算された軽減係数 (D) を用いて、複数出力の AC-DC 電源装置に負荷を与える方法を説明する。

6.1.1.1 電源装置の定格 DC 電流の総出力（下位群（サブグループ）なし）に基づく比例割当て方法

製造事業者は、電源装置の各バスに対する最大定格 DC 出力電流と定格 DC 総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。

電源装置に 4 つの出力電圧バスが存在すると仮定する。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 DC 出力電圧	各バスの定格 DC 出力電流	定格 DC 総出力電力
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。

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

手順 2 : $D \geq 1$ ならば、各バスの定格 DC 出力電流となるまで電源装置に与えられる負荷が、その電源装置の定格 DC 総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 DC 電流は、以下の式で判定できる。

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

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 DC 電流であり、 I_n はそのバスの定格 DC 出力電流である。例として表 6-2 では、 $D \geq 1$ に基づいた電源装置に対する 50% 負荷に関する指標が示されている。

表 6-2: $D \geq 1$ 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、各バスの定格 DC 出力電流となるまでバスに与えられる負荷がその電源装置の定格 DC 総出力電力を超過する可能性があ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 DC 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 DC 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、 $D < 1$ に基づく電源装置の 50%負荷に関する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 電源装置の定格 DC 電流の総出力(下位群(サブグループ)あり)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、電源装置の定格 DC 総出力に以外に、バスの下位群に対する定格 DC 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としては、定格 DC 総出力電力が 330W であり、+5V および+3.3V の併合バスに対して 150W の定格 DC 出力電力のコンピュータ用電源装置がある。各バスに対して固有の定格 DC 出力電流まで与えられた負荷は、電源装置の定格 DC 総出力電力および下位群の定格 DC 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電流定格の両方を確実に超えないようにするための方法を説明する。

電源装置に出力電圧バスが 6 つあり、定格 DC 総出力電力は P_T であると仮定する。下位群のバス 1 および 2 の定格 DC 出力電力を P_{S1-2} とし、下位群のバス 3 および 4 の定格電力を P_{S3-4} 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。この電源装置の出力仕様例を表 6-4 に示す。

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ワット	電源装置の最大総定格
V_1	I_1	P_{S1-2}	P_T
V_2	I_2		
V_3	I_3	P_{S3-4}	
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 $D_S \geq 1$ であるならば、下位群がその定格 DC 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流を超過することはないため、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において、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がその電源装置の最大電力定格の総合値 (P_T) よりも大きいかを確認する必要がある。下位群の最大定格電力の合計が、その電源装置の電力定格の総合値よりも大きいならば、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 6-4

$D_T \geq 1$ 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: 各個別で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 待機状態におけるコンピュータの内部電源装置の AC 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)において動作しているコンピュータの内部電源装置の AC 消費電力測定は、AC 入力を介して電源装置を AC 電圧源に接続し、以下の電流負荷を待機電圧レール (+5Vsb) に適用して実施する。100mA、250mA、および 1,000mA。(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た電源装置については、待機時 (スタンバイモード) における AC 消費電力の測定を、AC 入力を介して電源装置を AC 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。電源装置が目的の製品に導入されたときの待機電圧レールに与えられる実際の負荷の特性をその他の負荷点により明確に特徴づけられるならば、測定者は、上記の推奨負荷点に加えて、その他の負荷点における待機時 (スタンバイモード) の AC 消費電力を測定する方法を選択してよい。

7. 測定方法

1. 製造事業者が仕様明細書において規定する、AC-DC 電源装置の入力および出力の仕様を記録する。これらの情報には、以下の仕様のうち 1 つ以上が含まれる。

- 定格入力 AC 電圧
 - 定格入力 AC 電圧範囲
 - 定格入力 AC 電流
 - 定格入力 AC 電流範囲
 - 定格入力周波数
 - 定格入力周波数範囲
 - 定格出力 DC 電力
 - 定格出力 DC 電流
 - 定格出力 DC 電流範囲
 - 定格出力 DC 電圧
 - 定格出力 DC 電圧範囲
2. 試験場所における周囲環境状態を記録する。
 - 周囲温度
 - 試験地の標高
 - 大気圧
 3. 被測定電源装置に用いられる負荷指標で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、被測定電源装置、負荷、および測定装置を含めた試験準備を完了させる。試験する電源装置の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 付属書類 B の一般試験慣行を参照する。
 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において非測定電源装置に対して設定された負荷基準に基づき、(抵抗器または電子 DC 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。DC 値については、各 DC 出力電圧バスに対し、個別の値を記録する。
 - 実効 (RMS) AC 入力電力
 - 実効 (RMS) AC 入力電圧
 - 実効 (RMS) AC 入力電流
 - 力率
 - 入力電流の全高調波歪み
 - DC 出力電圧

- DC 出力電流
- DC 出力電力

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。

$$\eta = \frac{\sum_i P_{o,i}}{P_{in}} \times 100 \quad \text{式 6-5}$$

この式において、 P_{in} は RMS 入力電力とし、 $P_{o,i}$ は i 番目のバスの出力電力とする。

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 項において規定される負荷点における待機時（スタンバイモード）の被測定電源装置の AC 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、AC-DC 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を示している。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: デスクトップ PC 用内部電源装置の効率報告例

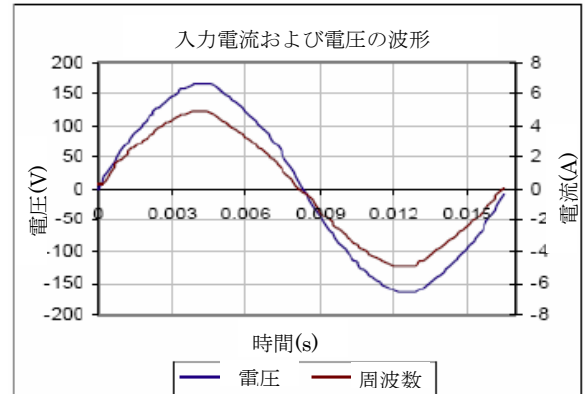
コンピュータ用電源装置の効率試験の報告

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℃

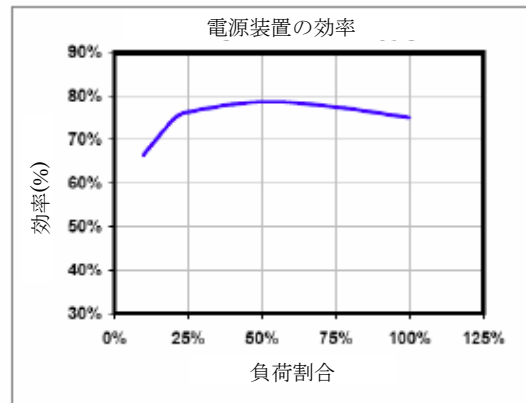
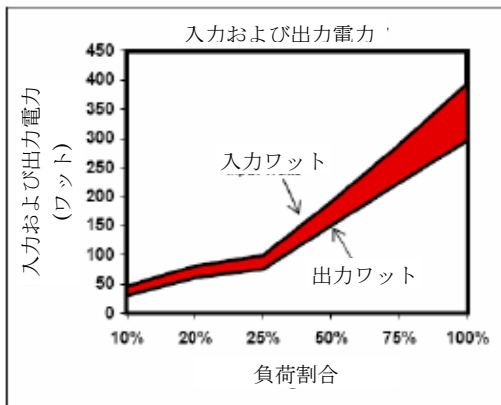


入力 AC 電流波形 (100%負荷において $I_{THD}=4.1\%$)

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

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	I _{THD} (%)	負荷 (%)	入力 ワット	DC ターミナル電圧(V)/DC 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・エネルギー委員会の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：EPR SOLUTIONS Inc., Knoxville, TN, USA.

注記：その他の試験報告書例については、www.EfficientPowerSupplies.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の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。筐体に内蔵される内部電源装置は、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

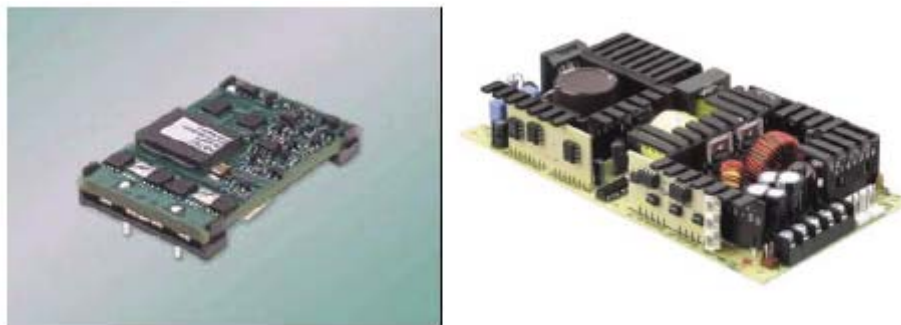


図 B-1. a) 閉鎖型構造のおよび b) 開放型構造の内部電源装置の例 (提供: Astec Power, Artesyn Technologies)

様々な製品区分において用いられる代表的な内部電源装置の出力定格とそれら電源装置の負荷基準を以下の表に示す。

表 B-1 : ATX 12 V フォームファクタのデスクトップ PC 用の 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 用の 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 : CRT (陰極線管) ディスプレイ用の 200 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	DC 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 : LCD (液晶) ディスプレイ用の 55 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	DC 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) 用の 360 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	DC 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の 30 W 内部電源装置の出力仕様

電圧レール番号	DC 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