

小容量UPS「SANUPS」MODEL TYPE ASE-Hの開発

西澤 俊文

Toshifumi Nishizawa

石黒 健二

Kenji Ishiguro

花岡 裕之

Hiroyuki Hanaoka

山崎 哲也

Tetsuya Yamazaki

柳澤 稔美

Narumi Yanagisawa

坂場 浩

Hiroshi Sakaba

1. まえがき

IT 技術の目覚ましい発展にともないサーバなどのインターネットに関連する通信装置への信頼性が高く求められている。一般にコンピュータをはじめ通信装置は電源の変化に敏感であり、これらに供給する電力は常に安定した高品位であることが求められる。また、電力を供給する無停電電源装置（以下 UPS という）の信頼性も極めて重要となっており、信頼度の高い UPS の開発が求められている。

また、環境保護の観点から無駄な消費電力を抑えた高効率製品の要求が高まっている。

このような背景のなか、小型化、扱いやすさ、保守性の向上、ネットワーク対応、コストパフォーマンスの向上を満たしながら、容易な方法で並列運転ができ、高信頼度と増容量に対応できる UPS「SANUPS」MODEL TYPE ASE-H（以下 ASE-H という）を新たにラインアップした。

本稿では、その概要について紹介する。

2. 開発の背景

2.1 信頼性

コンピュータのダウンサイジング、ネットワーク化などにともない小容量 UPS の需要が高まる中、小容量 UPS における信頼度向上の要求が高まっている。大容量 UPS においては、すでに現用／予備切換方式や並列冗長方式が採用されており信頼度の高いシステムが実用化されている。

小容量 UPS において信頼度の高いシステムを構築するには小型化、保守性、経済性などから並列冗長方式が有効である。また、主回路、制御回路の共通部を極力減らし、個別制御ができることが望ましい。

2.2 経済性

小容量 UPS は各社から多くの製品が発売されコスト競争の激しい市場である。このため高信頼度と増容量の要求を低価格で満足しなければならない。

また、保守性・拡張性に優れ、少ない設備投資で容易に電源容量が増やせるシステムが望ましい。

2.3 環境対策

地球温暖化問題などから UPS においても環境に配慮した高効率の製品が求められている。

今回、このような問題や要求に応えるため、ASE-H を開発した。

3. 特長

ASE-H は 1kVA を基本ユニットとし、最大 5 台（出力容量 5kVA）まで並列運転ができるシステムである。

図 1 に 5kVA 時の ASE-H の外観を示す。



図 1 「SANUPS」MODEL TYPE ASE-H の外観
(5kVA ラックマウント)

3.1 信頼性・経済性

(1) 個別制御による並列運転

インバータの並列制御を行う場合、各ユニット電圧の振幅・位相・周波数を合わせ、ユニット間の横流・負荷分担を行う必要がある。これらの条件を満たす方法として、制御部を共通化する方法やマスター・スレーブ方式、また他号機の電流と自号機の電流を比較して自号機電圧の振幅・位相を制御する方式などがある。しかし、制御部の共通化

やマスター・スレーブ方式は共通部やマスター機の信頼度でシステムが左右され、増容量方式向きではあるが並列冗長方式には適さない。また、他号機の電流を検出する方式は並列台数に比例して電流検出回路が増え、回路が複雑になりコストアップにつながるため小容量 UPS には適さない。

これらの課題を克服するため、ASE-H は共通制御部を設けず、ユニット個々に並列制御回路を設けた個別制御方式を採用した。

ユニット間制御は各ユニットをシリアル通信で接続し装置の始動／停止、計測値情報の送信などを行う。ASE-H では操作・表示部はすべてのユニットで同一としており、始動／停止はどのユニットからでも制御できる。また、LAN インタフェースカードの接続も制限を設けずに、どのユニットでも接続できるようにしている。

(2) コストパフォーマンスの向上

主回路に 3 アーム方式を採用し、回路の見直しにより、回路構成がシンプルとなり部品点数の削減を図っている。また、制御回路をすべてデジタル化し DSP (Digital Signal Processor) を採用し制御回路においても部品点数の削減を図っている。これらにより従来機種との比較で部品点数が約 50%削減され MTBF (Mean Time Between Failure) の向上も図っている。

ユニットは 1kVA が基本ユニットであり、装置は同一ユニットで構成されているため生産コストも抑えることができる。

3.2 高効率・高力率

高効率化を達成するため、すでに発売している「SANUPS」MODEL ASE で採用している 3 アーム方式の常時インバータ給電方式を採用している。本方式により効率は 91%を達成し、商用電源異常に対しても、切替時間のない常に安定した正弦波出力により、電力を負荷機器に供給できる。

入力整流器は高力率コンバータを採用し、入力の高調波を大幅に抑制している。入力電圧と入力電流が常に同位相に制御されるため無効電力がなくなり、入力容量が低減されるため受電設備の有効利用ができる。

3.3 ラインアップの充実

1kVA を基本ユニットとし最大 5 台まで並列運転ができるため、出力容量は 2、3、4、5kVA を負荷機器に合わせて選ぶことができる。

図 2 にシステム構成を示す。



図 2 システム構成

3.4 小型・軽量とラックマウント対応

主回路の部品点数削減と制御部のフルデジタル化により部品点数が従来機の約 50%となり、小型・軽量化が図れた。幅 410mm×奥行き 435mm×高さ 86mm は常時インバータ給電方式の UPS において業界トップクラスである。

設置方法についてははたて置き、19 インチラックマウント (2U) のいずれも対応ができるため設置場所を選ばない。

3.5 ネットワーク対応

ネットワーク環境での UPS 管理に対応し、コンピュータとさまざまなコミュニケーションを行う必要がある。

ASE-H は、従来オプション扱いとなっていた RS-232C を標準装備し、また標準添付の接続ケーブルにより Windows NT などの UPS サービスを利用できる。

リング信号送出機能によりモデムの WAKE UP 機能に対応した PC を起動することができる。

また、オプションの LAN インタフェースカードを使用し、当社開発の UPS 管理ソフト「SAN GUARD IV Lite」と組み合わせることにより、ネットワーク環境を強力にサポートする。以下に機能を示す。

- (1) 1 台の UPS に接続された複数台 (最大 10 台) のコンピュータをネットワーク経由にて安全に制御できる。
- (2) Web ブラウザを利用して UPS の状態を管理できる。
- (3) WS (UNIX、Linux) には UPS 管理ソフトをインストールする必要はない。
- (4) クラスタリング構成のような高度なサーバシステムにも利用できる。
- (5) UPS 管理機能を大幅に向上させたことにより、ネットワーク管理者の負担を軽減できる。
- (6) スケジュール運転による電力消費の削減や、自動化運転による効果的な給電ができる

図 3 に LAN インタフェースカード、図 4 にネットワーク接続例を示す。



図 3 LAN インタフェースカード

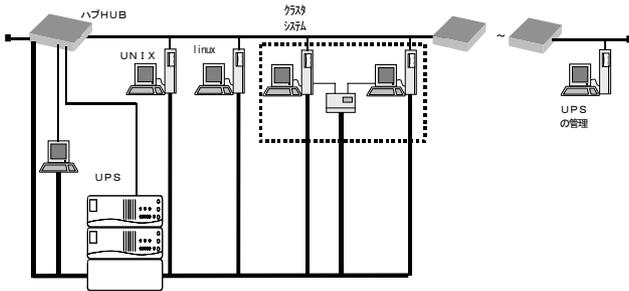


図 4 ネットワーク接続例

3.6 保守性・メンテナンスの容易さと費用の低減

ASE-H は 1kVA の UPS ユニットと集電ユニットで構成される。図 5 に示すように装置裏面にて各 UPS ユニットと集電ユニットは集電用の電力ケーブルで接続され、各 UPS ユニットは制御用のユニット間通信ケーブルで接続されている。

設置をたて置き、または 19 インチラックマウントに搭載することにより集電用の電力ケーブルとユニット間通信ケーブルを取り外すだけで容易に UPS ユニットの取り外し・交換ができる。並列冗長時にはインバータ給電のまま UPS ユニットの交換ができる。

バッテリーは 5 年寿命品を採用し、これにより交換にかかるメンテナンス費用が削減できる。また、バッテリーを樹脂トレイに組み込み、容易に取り外せる構造とした。これによりバッテリー交換は装置を停止させることなく交換できるホットスワップが可能となった。

図 6 に UPS ユニットの内部構造を示す。

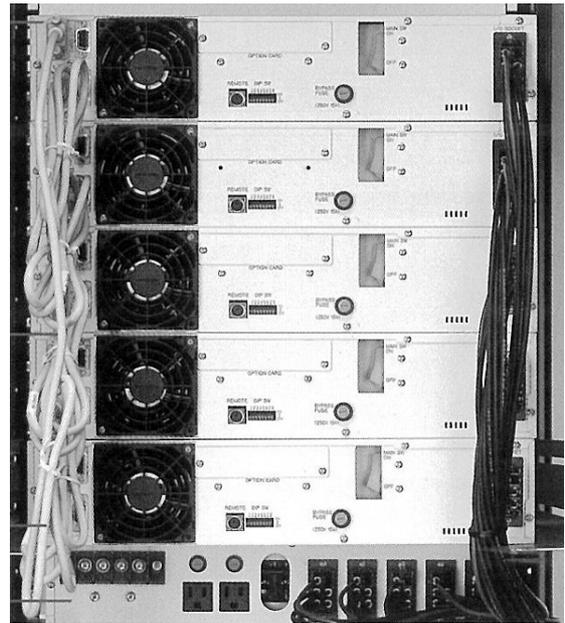


図 5 「SANUPS」MODEL TYPE ASE-H 裏面構成

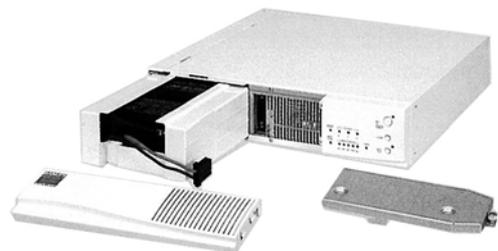


図 6 UPS ユニットの内部構造

3.7 広い入出力電圧範囲

入出力電圧を、使用する機器に合わせて 100V、110V、115V、120V に切替えることができる。

3.8 オプション

ユーザ要求に対応すべく各種オプションを用意している。

下記にオプション設定例を示す。

- (1) 長時間バッテリー
- (2) ラックマウント金具
- (3) LAN インタフェースカード
- (4) 接点インタフェースカード

4. 回路構成

ASE-H のシステム回路系統図を図 7 に示す。

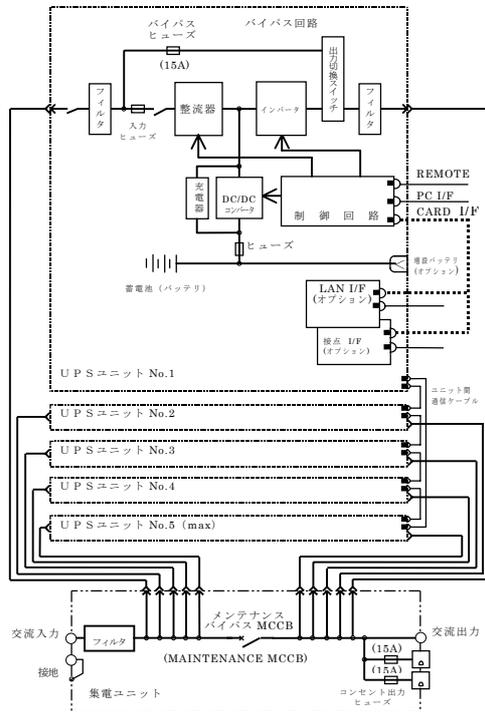


図 7 システム回路系統図

4.1 主回路構成

ASE-Hは、高効率コンバータ、インバータ、充電器、バッテリー昇圧部、出力切換スイッチ、バイパス回路およびバッテリーなどにより構成されている。

- (1) 3 アーム方式の常時インバータ給電方式を採用し、高効率の達成と部品点数の削減を図った。
- (2) バッテリー昇圧は高周波トランスにより行い、小型化を図った。

4.2 制御回路構成

ASE-Hでは、UPSの基本制御、並列運転制御をDSPで、シーケンス制御、通信などの制御をCPUで行っている。

(1) 並列運転制御

UPSを並列運転させるためには、出力電圧の振幅、位相、周波数を合わせる必要がある。ASE-Hではそれを別々に行う個別制御方式を採用した。

- ① 各UPSの出力電圧値は、初期設定の誤差や経年変化などにより多少の振幅差が生じる。一方、自号機内の電流検出だけを使って他号機との電流差や負荷の分担率を知ることは基本的に不可能である。そこでインバータ電流をフィードバックし、その制御ゲインの選定によって電圧差による横流を制御する方式とした。
 - (1)
- ② 位相制御には、従来UPSで使用しているデジタルPLLのゼロクロス強制同期信号の考え方を応用し、各UPSの同期信号を双方向化・共通化した「先取り強制同期」として採用した。
- ③ 周波数については、常時は商用にPLL同期し、停電時は精度の高い自走発振器のため、各UPS間の差はほとんど生じない。

(2) ユニット間通信

ユニット間の情報はシリアル通信で伝送している。

ユニット間通信は、複数台のうち1台のユニットが主局となり、主局が他の従局とのデータ転送をすべて制御する。

各ユニットにはID番号を付与する。ID番号は稼働中のユニットの中で、伝送制御手順における主局・従局の決定および伝送相手の識別に使用される。

万が一、主局が故障した場合は他のユニットが自動的に主局となり、ユニット間通信の制御を継続する。

シリアル通信で使用している信号数は、シリアル通信の通信速度の高速化により、従来機種と比較してユニット間の信号数を約75%に低減した。

表 1 「SANUPS」MODEL TYPE ASE-H の仕様

項目	2		3		4		5		備考
	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	
仕様運用構成	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	N 台構成	N+1 台構成	
出力容量(有効電力/皮相電力)	2kVA/1.4kW	1kVA/0.7kW	3kVA/2.1kW	2kVA/1.4kW	4kVA/2.8kW	3kVA/2.1kW	5kVA/3.5kW	4kVA/2.8kW	
方式	商用同期形常時インバータ給電								
	入力整流方式 高力率コンバータ								
	冷却方式 強制空冷								
	インバータ方式 高周波 PWM 制御								
交流入力	相数・線数 単層 2 線								
	定格電圧 100/110/115/120V±15%								
	定格周波数 50Hz/60Hz(変動範囲は出力周波数精度と同一)								
	所要容量	1.8kVA 以下	1.8kVA 以下	2.7kVA 以下	2.7kVA 以下	3.6kVA 以下	3.6kVA 以下	4.5kVA 以下	4.5kVA 以下
	力率 0.95 以上								
交流出力	相数・線数 単層 2 線								
	定格電圧 100/110/115/120V(出荷時 100V)								
	電圧整定精度 定格電圧±5%以内								
	定格周波数 50Hz/60Hz								
	周波数精度 定格周波数±1.35%(出荷時±3%)								
	電圧波形歪率	線形負荷時 3%以下							
		整流器負荷時 8%以下							
	定格負荷力率	定格 0.7(遅れ)							
		変動範囲 0.7(遅れ)～1.0							
	過渡電圧変動	負荷急変時 ±10%以内 0⇔100%変化または出力切替時							
		停電・復電 ±10%以内 定格運転時							
		入力急変時 ±10%以内 ±10%変化時							
	過電流保護動作	バイパス回路へ無瞬断自動切替(オートリターン機能付)							
	過負荷耐量	インバータ 105%(200ms)							
		バイパス 200%(30 秒) 800%(2 サイクル)							
バッテリー	種類	小形シール鉛蓄電池							期待寿命 5 年(25°C)
	バックアップ時間	5 分	15 分	5 分	10 分	5 分	9 分	5 分	8 分
騒音(装置正面 1m、A 特性)	40dB 以下				45dB 以下				
発生熱量	185W	92W	280W	185W	377W	280W	475W	377W	
入力漏洩電流	4.5mA 以下		6mA 以下		7.5mA 以下		9mA 以下		
使用環境	周囲温度:0~40°C、相対湿度:30~90%(結露しないこと)								

5. むすび

今後、さらにコンピュータの高信頼度化、ネットワーク化が進み、UPS に対する高信頼度化、高機能化、低コスト化などが要求され、小容量UPSの需要もさらに増えると予想される。

これらの市場要求に対応して迅速な開発を実施し、ユーザが満足できる製品を提供していく所存である。

ASE-Hの開発、製品化にあたり、多くの関係者の協力と助言を得られたことに感謝する次第である。

文献

- (1)花岡ほか:「ライン抵抗の影響を考慮した UPS の並列運転の解析」
SANYODENKI Technical Report No.10 Nov.-2000



西澤 俊文

1997年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



坂場 浩

1990年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



花岡 裕之

1989年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



石黒 健二

1996年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



柳澤 稔美

1992年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



山崎 哲也

1983年入社

パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の機構設計に従事。