

電源状態監視技術の開発

越谷 涼 Ryo Koshiya
岩打康幸 Yasuyuki Iwauchi
長谷川智洋 Yoshihiro Hasegawa

キーワード 電源, 状態監視技術, 予防保全, 状態基準保全

概要



状態監視機能搭載 電源ユニット

インフラを支えている産業用機器は、故障する前にメンテナンスする予防保全が不可欠である。予防保全は時間基準保全（TBM：Time Based Maintenance）が主流であるが、データセンシング技術の発達・メンテナンス費用削減・信頼性向上の要求から状態基準保全（CBM：Condition Based Maintenance）が注目されている。機器の中でも有寿命部品が使われることが多い電源は、特に状態基準保全が求められている。

当社では、このような背景から、データセンシング技術を生かした電源状態監視技術を開発し、状態監視機能を追加した電源ユニットを試作した。

1 まえがき

当社は、産業用コンピュータや産業用スイッチングハブなどの産業用機器を提供している。産業用機器には長期的な安定稼働が求められ、そのためには機器の予防保全が不可欠である。

今までの予防保全は、一定期間ごとにメンテナンスする時間基準保全（TBM：Time Based Maintenance）が一般的であった。しかし、近年、センサなどによるセンシング技術及び通信ネットワーク技術の進歩によって、状態基準保全（CBM：Condition Based Maintenance）が注目されている。状態基準保全とは、機器の状態及び使用環境を常時監視し、故障の予兆を検出したときに、その状況に合わせて必要なメンテナンスをすることである。時間基準保全の場合、ワーストケースの使用条件における寿命を推定しメンテナンス時期を決める

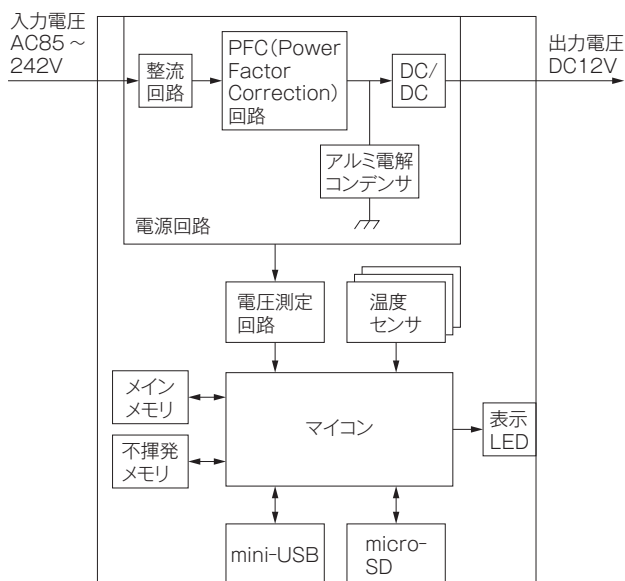
ため、実際の寿命よりも短い期間でメンテナンス時期が決まることになり不経済である。それに対し、状態基準保全では、機器の状態をモニタした結果からメンテナンスするため、不必要なメンテナンス費用を削減できるばかりでなく、機器の稼働率を向上し経済性の高い運用ができる。

当社でも状態基準保全に向けた製品開発を進めており、状態監視機能を搭載した電源ユニットを試作し評価した。電源は全ての機器に必須のパーツであり、かつ有寿命部品のアルミ電解コンデンサが使われていることが多いため、状態監視の必要性が高い。本稿では、開発した電源状態監視技術を紹介する。

2 状態監視機能付き電源ユニットの概要

当社製品の産業用スイッチングハブ メイスウェイ MEISWAY

SW900用二重化電源ユニットに、状態監視機能を装備した電源ユニット（以下、本電源ユニット）を試作した。第1図にシステム構成図を、第1表に仕様を示す。本電源ユニットの外形は既存のものから変更せず、そのままスイッチングハブ本体に装着することで、実際の稼働環境下で評価できるようにした。搭載したマイコンで、各種センサから得られた温度や電圧の情報を収集し電源状態監視を行い、



第1図 開発した電源ユニットのシステム構成

搭載したマイコン・温度センサ・電圧測定回路で電源の状態監視を行う。

第1表 開発した電源ユニットの仕様

SW900同等の仕様である。状態監視データを取得するための外部インタフェースとしてmini-USB及びmicro-SDを装備する。

項目	仕様
電源コネクタ	3Pインレット型
入力電圧範囲	AC85～242V
定格出力電圧	DC12V
定格出力電力	50W
使用温度範囲（動作時）	-10～55℃
絶縁耐圧（電源1次-2次）	AC2000V 1分間
絶縁抵抗（電源1次-2次）	DC500V 5MΩ以上
電源ノイズ耐量	方形波インパルスノイズ 2kV, 50ns/1μs
質量	約1.5kg
外形寸法	W160×H50×D300mm (突起含まず)
外部インタフェース	mini-USB×1 micro-SD×1

得られたデータをmini-USBやmicro-SD経由で取得できるようにした。

3 電源状態監視技術

3.1 状態監視対象

電源の平滑回路に使われるコンデンサは、大容量かつ高耐圧であることが望ましく、アルミ電解コンデンサが使われることが多い。アルミ電解コンデンサは電解液が揮発することで容量が低下し、特性が経年劣化する有寿命部品である。平滑コンデンサとして使用しているアルミ電解コンデンサの劣化は、リップル電圧増加・電源出力の不安定・出力停止などの要因となり、機器の誤動作・機能停止を引き起こす懸念があるため、状態監視の対象とした。

3.2 状態監視機能

本電源ユニットに三種の状態監視機能を搭載した。第2図に各監視機能の状態基準保全への適用例を示す。

3.2.1 推定寿命算出機能

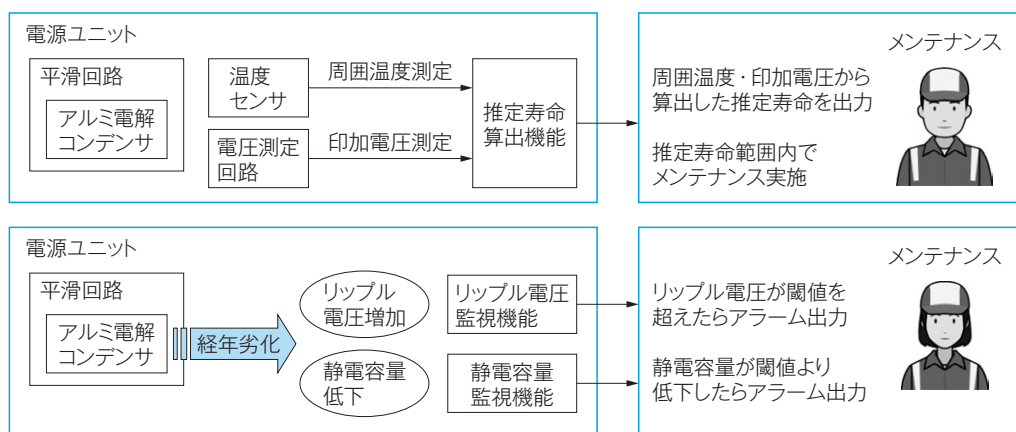
アルミ電解コンデンサは、周囲温度・印加電圧などの使用条件で劣化速度が異なり、特に周囲温度が主要因である。

各使用条件における推定寿命は、アレニウスの寿命計算式で求めることができるが、確度の高い推定寿命を算出するには、実際の使用条件を基に計算する必要がある。そこで本電源ユニットでは、温度センサ及び電圧測定回路を実装して、アルミ電解コンデンサの周囲温度及び印加電圧を測定し、実使用条件での推定寿命を算出する機能を搭載した。

温度センサは、アルミ電解コンデンサ近傍に配置し、測定データを適宜補正することで高精度の温度測定ができるようにした。一定周期で温度・印加電圧を測定することで、使用条件の変化に合わせて推定寿命を算出できる。

3.2.2 リップル電圧監視機能

平滑回路のアルミ電解コンデンサが劣化すると、等価直列抵抗が大きくなりリップル電圧が増加する。本電源ユニットにリップル電圧監視機能を実装



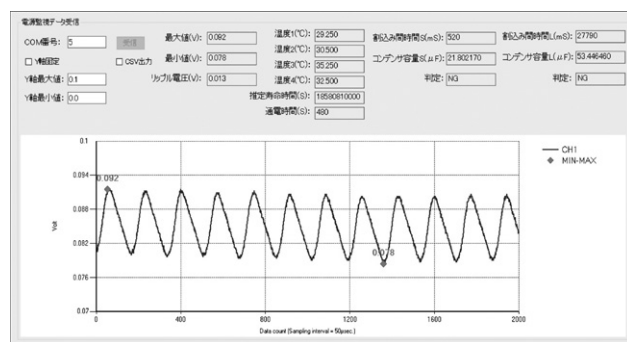
第2図 状態基準保全適用例

周囲温度・印加電圧から推定寿命を算出して出力し、リップル電圧・静電容量からアラーム出力を行う。

第2表 状態監視機能比較

各状態監視機能のメリット・デメリットを示す。

状態監視機能	メリット	デメリット
推定寿命算出機能	・余寿命が明確	・間接的監視（推定寿命）
リップル電圧監視機能	・劣化の直接的監視	・余寿命が不明瞭
静電容量監視機能	・劣化の直接的監視	・余寿命が不明瞭 ・電源オフ時のみ検出可能



第3図 GUI画面

アルミ電解コンデンサの推定寿命・静電容量・印加されているリップル電圧を確認できる。

し、測定したリップル電圧が異常判定基準の閾値を超えた場合、アラームを鳴らす機能を搭載した。

リップル電圧測定では、電圧測定回路でフィルタを調整することで測定精度を向上させた。

3.2.3 静電容量監視機能

アルミ電解コンデンサは、劣化すると静電容量が低下するため、静電容量を監視することで劣化監視ができる。これを利用し、本電源ユニットに静電容量監視機能を搭載した。電源オフ時のアルミ電解コンデンサの放電時間をマイコンで測定し、その放電時間から静電容量を算出する。算出した静電容量が異常判定基準の閾値を下回った場合、アラームを鳴らして通知するようにした。

3.2.4 状態監視機能比較

第2表に三種の状態監視機能の比較表を示す。推定寿命算出機能は、間接的劣化監視ではあるが、推定寿命が明確になるメリットがある。それに対し、その他二種の状態監視機能は、寿命を明確に示すも

のではないが、劣化に伴うリップル電圧及び静電容量の変化量が検出できるため、対象部品の劣化を直接的に監視でき、機器が故障に至る前に通知できる。三種の状態監視機能を組み合わせて使用することで、より信頼度の高い状態監視ができる。

3.2.5 GUI (Graphical User Interface)

第3図に監視状態を表示するGUI画面を示す。mini-USB経由でPCと接続し、算出したコンデンサの推定寿命・リップル電圧・静電容量を表示する。

4 むすび

産業用機器の状態基準保全に向けた電源状態監視技術開発の概要を紹介した。本技術を適用し電源

装置の状態を常時監視することで、機器メンテナンス周期を延長でき保全コストの削減に寄与できる。また、機器の電源故障による機能喪失を未然に防ぎ、システムの信頼性を向上できる。

今後は状態監視技術を活用し、保全コスト低減及び高信頼性製品の開発を進めていく所存である。

- ・ microSD は、SD Association の登録商標又は商標である。
- ・ USB は、USB Implementers Forum の登録商標又は商標である。
- ・ 本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



越谷 涼
Ryo Koshiya
製品技術研究所
通信関連機器の開発に従事



岩打 康幸
Yasuyuki Iwauchi
製品技術研究所
情報通信関連機器の開発に従事



長谷川 智洋
Yoshihiro Hasegawa
製品技術研究所
情報通信関連機器の開発に従事
