

DINレール取付電源 PS5Rシリーズの開発

Development of PS5R DIN Rail Mounted Power Supplies

伊藤公博¹⁾，松本敏晴²⁾，山野等³⁾，有留茂樹⁴⁾
Kimihiro Ito Toshiharu Matsumoto Hitoshi Yamano Shigeki Aritome

要　旨

従来より計測機器や制御機器は、設置における省工数のため DIN レール取付が可能となっているものが多い。しかし、電源機器に関しては専用金具が必要である場合が多く、この点での改善が求められていた。また、市場のグローバル化に伴い、電源機器も入力電圧の AC100V/200V 共用化、各種安全規格・ノイズ規格の取得が必要とされてきている。

当社では“HMI ソリューション”を掲げ、人と機械の最適環境の創造を目指し、電源の開発において『安全』と『省』および『使い易さ』を重要項目として、PS5R 形電源を新しく開発した。本電源には DIN レール取付構造の採用のほか、当社独自の SS 端子やプラスチックケースなどを採用しグローバル化に対応した。

Abstract

The majority of equipment in the field of measurement and control is DIN rail mounted for time-saving. Actually, however, most of the switching power supplies are needed to be innovative for DIN rail mounting, without any attachments. The global trend in the field of control requires the switching power supplies to be multiple voltage, 100V/200V AC, world-wide standard approved, and in compliance with EMC directive.

IDEC IZUMI Corporation is promoting "HMI (Human Machine Interface) Solution" to create the optimal environment for both people and machines. We have been developing the switching power supplies with real value on "Safety", "Saving" and "Easy to Use". The PS5R series with DIN rail mounting, unique spring-up terminals (SS terminals), plastic housing is in accordance with the global trend.



1. はじめに

盤内における制御機器の取り付けには、作業の簡単さと省工数から、近年は DIN^{注-1)}レールを用いることが多い。この取付方法は、着脱が容易で作業工数が低減でき、機器の取付や取り替え変更が簡単に実施できるとともに、整然とした盤内レイアウトができる。このため盤内取付制御機器は、ほとんどDINレール取付が可能な構造になっている。

一方、電源機器はユーザの用途に合わせ、金属筐体による箱形、L字シャーシにプリント基板が取付られているオープンフレーム形、基板形、オンボード形、およびACアダプタ形など多くの形態が用意されている(図1参照)。制御盤への組込み電源としてオープンフレーム形電源が使用されることが多いが、ねじによる取付を想定して製作されているため、DINレール取付の要求に対応するためには、図2に示すDINレール取付金具を用いる必要がある。そのため、取付作業に手間がかかるので盤内組み込み使用される電源においても、ワンタッチDINレール取付構造の要求が多くあり、今回のPS5R形電源開発の発端となった。

注-1) Deutsches Institute fur Normung、ドイツ規格協会

2. PS5R形電源の特長

当社が掲げる“HMI(Human Machine Interface)ソリューション”事業は『人と機械の最適環境の創造』を目指している。この思想の基本となるのは『安全』と『省』と『使い易さ』である。PS5R形電源においても開発思想の基本としており、以下の特長を有するものとして開発した。

- (1)入力電圧範囲はAC100V～240Vフリーでワールドワイドに対応
- (2)海外安全規格に対応した安全重視
- (3)CEマーキング^{注-2)}対応および実配線を考慮したノイズ対策構造
- (4)取り付け作業を簡単にしたDINレール取り付け構造
- (5)配線工数を削減したSS端子構造[1]

注-2) ECの要求条項に適合していることを製造者または第三者機関が関連の適合性評価を行ったことを表すマーク。

3. 仕様・回路技術

3.1 電気仕様

開発した電源は『使い易さ』の観点から、表1に示すように入力電圧をAC100～240Vフリー入力可能とし、さらにDC入力に対しDC105V～370Vも可能とした。(但し、100W

タイプは除く)。

これにより、工場内のAC100V/200Vの混在する環境でも、あるいは海外においても、ユーザが入力電圧を気にすることなく使用できる。

出力容量は一般的に流通している7.5W、15W、30W、50W、100Wをバリエーションとし、出力電圧は、市場のニーズに応じて出力容量7.5Wから30Wタイプまでは12Vと24Vを、50W、100Wタイプは24Vのみとした。

3.2 回路技術

制御機器用電源に対する市場のニーズとして、出力容量50W以下では入力電圧のACフリー化と小型化、100W以上では小型化が多く望まれている。

このため、開発した電源では出力容量が7.5Wから50WタイプではACフリー入力とし、100WタイプはAC100V/200V入力切換方式として小型化を優先した。また、回路方式としては、15W以下に小容量電源のフリー入力化に適したRCC方式^{注-3)}を採用している。



図1 当社電源のラインナップ
Fig.1 LINEUP OF IDEC POWER SUPPLIES

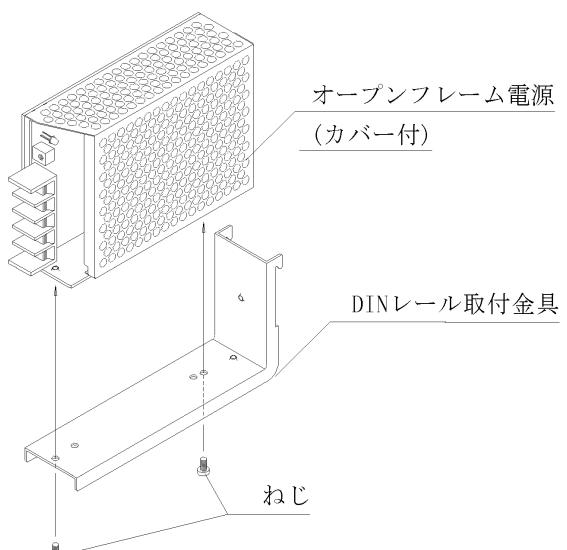


図2 従来の電源とDINレール取付金具
Fig.2 EXISTING POWER SUPPLY
AND DIN RAIL ATTACHMENT

表1 PS5R形電源仕様(抜粋)

Table 1 SPECIFICATIONS OF PS5R

項目	型番	PS5R-A [7.5W]	PS5R-B [15W]	PS5R-C [30W]	PS5R-D [50W]	PS5R-E [100W]			
入力条件	定格入力電圧 (単相二線式)	AC100~240V (電圧範囲 AC85~264V/DC105~370V 共用)				AC100~120V(電圧範囲 AC85~132V) AC200~240V (電圧範囲 AC170~264V/DC240~370V)			
	効率(TYP)	DC12V:73% DC24V:75%	DC12V:75% DC24V:79%	DC12V:75% DC24V:75%	DC24V:79%	DC24V:85%			
出力条件	定格電流/電圧	DC12V:0.6A DC24V:0.3A	DC12V:1.2A DC24V:0.6A	DC12V:2.5A DC24V:1.3A	DC24V:2.1A	DC24V:4.2A			
附加機能	過電流保護	105%以上							
	過電圧保護	120%以上(ツイーリミッタ方式)		120%以上でシャットダウン					
	動作表示	有(LED)							
使用温度範囲		-10~60 (ただし、ディレーティングによる)							
耐振動		10~55Hz, 片振幅 0.375mm, 3 方向, 各 2 時間							
耐衝撃		294m/s ²							
外形寸法 H×W×D(mm)		75×45×70	75×45×95	75×90×95	75×90×95	75×145×95			
質量(約)		150g	170g	360g	390g	600g			

この回路は部品数が少なく、小型化、低コスト化に効果が大きい。一方、30W以上には高効率化に適したフォワード方式^{注-4)}を採用し、これにより、特に50Wの小型化に大きな成果が得られた。

一般的に電源機器の小型化を図ると、内部電子部品の間隔が狭まり温度上昇が高くなりやすい。このため、熱対策として後述する放熱板とケースの密着による放熱、トランジスタ部の小形化や部品配置の工夫による通気性の確保、回路の高効率化などを実現した。

次に、市場のニーズとして重要な項目に機器の寿命がある。電源の寿命はほぼアルミニウム電解コンデンサの寿命により決定され、温度が高いほど寿命が短くなることが知られているが、上記のような熱対策と長寿命のアルミニウム電解コンデンサを使用することにより、コンデンサメーカーの仕様に基づき算出した推定耐用年数は^{注-5)}に示す条件で、8年以上という長寿命が得られた。

注-3) トランジスタのインダクタンスを利用した自励発振形の電源回路方式

注-4) 電源専用 IC による高効率の他励発振形の電源回路方式

注-5) 定格入力、負荷率 50%、使用周囲温度 +40°C、DIN レール取付時

4 構造

4.1 筐体

筐体には、工業用プラスチック(Polyphenylene Ether Resin)を用いた。プラスチックケースを用いる利点としては低コストであること、および感電防止が図れることである。反面、放熱と強度においては金属ケ

スより不利となるので、プラスチック材料に耐熱性の良いものを選択するとともに様々な工夫が必要となる。

熱対策として、ケース内部の放熱板をプラスチックに密着させ、ケース本体の熱伝導による放熱も利用した。これにより発熱部品(半導体)の放熱の一助とし、さらにその効果を高めるため、ケース外側は放熱面積を効率よく利用できるデザインとした。

なお、放熱板とプラスチックの一体成形を行えばより放熱効果と強度が得られるが、製品を廃棄する時の資源再生の容易性を考慮し今回は採用を見送った。

ケースの強度においては、制御機器の設置される環境から、耐振動や耐衝撃性を重視しなければならない。

開発した電源はプラスチックケースにも関わらず、従来のオープンフレーム形電源よりもすぐれた耐振動および耐衝撃仕様が得られている(表1参照)。

その理由として、

- (1)基板とケースおよび放熱板が、それぞれ補強材として機能
- (2)ケース内部の基板は、面で支える方式を採用したため振動に強い
- (3)重心位置を低く抑えると同時に DIN レールの保持力をアップ
- (4)面実装部品を使用するなど、可能な限り全体の軽量化を図った

が挙げられる。

また、軽量化の結果、従来のオープンフレーム形電源と比較して、最大 59%もの軽量化を実現することができた。

なお、開発した電源のケースの大きさに DIN 規格で定められたサイズを採用し、シリーズの整合化を図った。

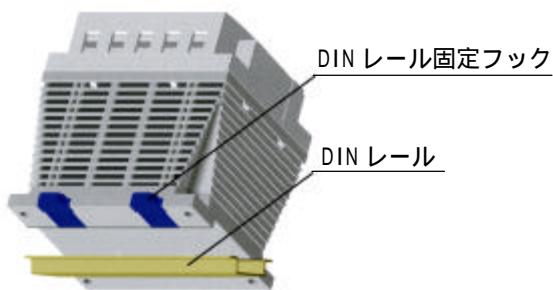


図3 DIN レール固定フック

Fig.3 THE CLAMP

4.2 DIN レール固定フック

制御機器を DIN レールに保持する構造として、スライドするフックを用いて脱着する方法が一般的である。従来のものは常にレールを挟み込む方向にフックの大きな押力がはたらいており、取り外す時に指の力ではフックの引き外しが困難である。このためドライバなどの工具を用いてフックを引きながら本体を外す方法が一般的であるが、ケースの高さが高い場合や配線が機器の間近にある場合などは、フックの位置が確認しづらく改善が求められていた。また、電源のような比較的大型で重いものはレール取付部の強度を確保するため、複数のフックが必要となることが多く、取り外しは一層困難になっていた。

本電源では工具を使用しなくても、指の力だけで簡単に行えるようになっている。つまり、フックの位置がわからなくても、手探りでフックを操作することができ、DIN レールから簡単に機器を取り外すことが可能である(図3参照)。

また、DIN レール固定フックにはロック機構を設けてあり、DIN レールに保持する位置や取り外す位置でロックが可能である。このため複数個の固定フックがある場合、個々に操作ができるので作業性が向上する。

4.3 端子部

制御盤内における配線においては、配線用のダクトからリードを引き出し機器に接続するが、作業性を良くするために端子部はある程度の高さ(盤内底～端子部間の高さ)が必要である。5～10cm が適当な寸法であると考え、本電源では機種によるが端子部までの高さを約 5.5～8cm とした。また、入力端子部と出力端子部をまとめ、それぞれ筐体の両側面に分離させて配置することで誤配線防止対策をしており、さらに配線作業を簡易化すると同時に感電防止対策を含め独自の SS 端子を採用している。

SS 端子の特長は、フィンガプロテクション構造となっており、活電部に指が触れず感電を防止できること、およびねじがバネアップ構造となっていることなどである。特にフィンガプロテクション構造については IEC^{注⑥}規格によって定められている電気機器の保護の程度(IEC Publication 529)の IP20 を満足している。また、バネ

アップ構造の利点としては、ねじが本体から外れることがないので、ねじの紛失や他の機器への混入等の事故を防止でき、丸型および Y 型圧着端子の使用や、より線など配線スタイルを選ばず、簡単に接続できることなどである。

注-6) International Electrotechnical Commission , 国際電気標準協会

5 適合規格

5.1 安全規格

PS5R 形電源は、北米では UL^{注-7)}の産業用電子機器規格 UL508 リスティングマーク、および CSA^{注-8)} C22.2 No.14 (c-UL) の安全規格を、また欧州で EN^{注-9)} 規格の情報処理機器規格 EN60950 取得を目標とし設計上の配慮をしている。

UL の認可方式は、リスティングとレコグニッションに分かれており、リスティングは「機器に対する無条件認定」、レコグニッションは「機器内蔵用部品に対する条件付認定」である。

一方、1993 年 10 月に発行された産業用制御盤の規格 UL subject 508A がある。これには、"レコグナイズドパワーサプライ^{注-10)}は負荷率 50%以下で使用すること"と記載されており、厳しい制限が設けられている[2]。これは 50W の負荷に用いる電源は 100W 以上の電源を使用することを指示しており、取付スペースおよびコスト面で非常に不利となる。一方、リスティング品では、負荷率 100%が認められており、PS5R 形電源は産業用制御盤に最適な電源になると考える。

注-7) Underwriters Laboratories Inc. , 米国保険業者試験場

注-8) Canadian Standards Association , カナダ規格協会

注-9) European Norm , 欧州規格

注-10) レコグニッションで認定された電源

5.2 ノイズ規格[3] [4]

開発した電源は使用される環境を考慮し、以下のような産業区域におけるノイズ規格を適用した。

(1) CE マーキングの EMC 対応規格

EN50081-2 , EN50082-2 準拠

(2) 日本の事務機器に対するノイズの自主規制

VCCI^{注-11)} 1 種準拠

(3) 米国の事務機器に対するノイズ規制

FCC^{注-12)} クラス A 準拠

注-11) Voluntary Control Council for Interference by Data Processing Equipment and Electronic Office Machines , 情報処理装置等電波障害自主規制協議会

注-12) Federal Communications Commission , 米国連邦通信委員会

6 ノイズ特性

6.1 グラウンドとノイズ[4] [5] [6]

筐体が金属で作られているオーブンフレーム形や箱形電源では、筐体がフレームグラウンドとなっている。しかし、盤内パネルなどに電源をねじ取り付けした時点で、図4に示すように金属フレームを持った他の盤内機器と結合してしまう。このため本来、A,B,C点は電位差がないはずであるが、制御盤の筐体で生じるインピーダンス(Z)によって電位差が生じる。これを共通インピーダンス結合と呼んでおり、個々の電子機器の耐ノイズ性に差異が生じ、結果的にセット全体としての耐ノイズ性を低下させることにつながる。なお、グラウンドがノイズ電位をもつというのは、アース接地がしっかり出来ていなければ、盤自体の接地インピーダンスを改善するには限界があることが知られている。

6.2 ノイズ対策

前記の様な盤内配線を想定し、筐体にプラスチックを採用したため、設置時の共通インピーダンス結合を防ぐことができた。また、ケース上部に設けたアース端子から、必要な場所へアース線を引き出すことができるため、図5に示すように盤内で的一点アースにすることも可能であり、ユーザ側でのノイズ対策の自由度を得ることができている。

また、筐体の側部と底部には大きな放熱板が設置されており、それを電源内部でアース電位に接続しているため、発生するノイズ成分の低減に役立たせている。図6、7に放熱板をアース電位に接続しない場合と、接続した場合の雑音端子電圧^{注-13)}のデータを示す。これらを比べてみると、放熱板をアース電位に接続すると1MHzより高い周波数でのノイズが小さくなっている。特に14MHz付近では約8dB(=約2.5倍)ノイズを抑制することができている。

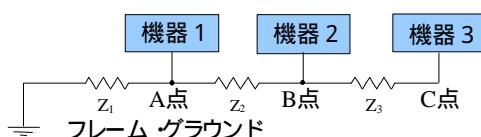


図4 一般の電源の接地法

Fig.4 GENERAL GROUNDING



図5 一点アース接続

Fig.5 SINGLE POINT GROUNDING

放熱板をアース電位に接続しない場合ノイズが大きくなる理由としては、スイッチング素子や整流素子などの半導体と放熱板間の浮遊容量により、放熱板にもスイッチング素子と整流素子から発生する非常に大きな電界ノイズが伝達されるので、雑音端子電圧に大きなノイズが現れるためである。なお、不要輻射ノイズ^{注-14)}も同じ原因で大きくなる。そこで、放熱板をアース電位に接続することによりシールド効果が得られ、雑音端子電圧や不要

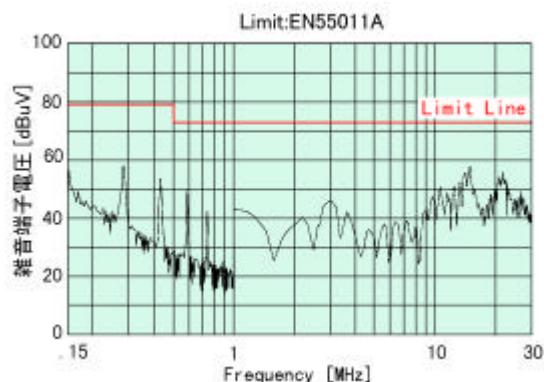


図6 PS5R-D24 の雑音端子電圧 (放熱板をアース電位に非接続)

Fig.6 CONDUCTED EMISSION (HEAT-SINK IS NOT GROUNDED)

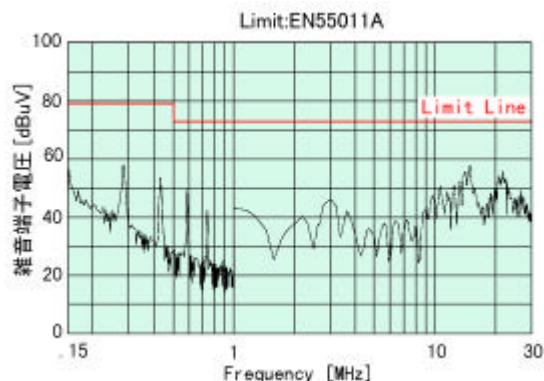


図7 PS5R-D24 の雑音端子電圧 (放熱板をアース電位に接続)

Fig.7 CONDUCTED EMISSION (HEAT-SINK IS GROUNDED)

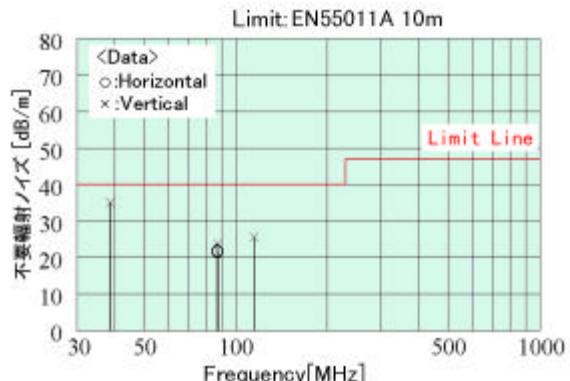


図8 不要輻射ノイズ

Fig.8 RADIATED EMISSION

表2 PS5R形電源と従来形電源(オープンフレーム電源)の比較

Table 2 COMPARISON OF PS5R SERIES AND EXISTING POWER SUPPLY

特長	PS5R形電源	従来の電源(オープンフレーム形)
安全 &使い易さ	入出力端子部はSS端子のため、カバーなしで感電保護	端子部の感電保護のない電源が多い
	保護シートを採用し、機器への配線くずの混入防止	配線くず混入の危険性あり
使い易さ	SS端子のため、ねじの紛失が無い	ねじの紛失の可能性あり
	UL508リストティング準拠	UL1950準拠
省工数	SS端子はねじアップ構造で丸形圧着端子使用時でも、ねじ取外し不要	丸形圧着端子時、ねじ取外し要
	DIN取付構造のため、ワンタッチでDINレールに取付可能	DINレール取付金具が必要

輻射ノイズを抑えることができる。また、そのシールド効果は外部のノイズから内部回路の保護を兼ねており非常に効率のよい方法である。なお、図8より前述の構造を採用したPS5R-D24形電源の不要輻射ノイズは、規格値に対して少なくとも5dBの余裕があり、輻射ノイズに対しても効果があることがわかる。

注-13) 電源線を伝わって出る不要な電磁波ノイズ

注-14) 電子機器の筐体から空中へ出る不要な電磁波ノイズ

7. 特長のまとめ

開発した電源と従来のオープンフレーム形電源の特長を比較し表2に示す。

このうち省工数について詳しく述べると、DINレールへ接続する場合の時間の比較を行うと、本電源ではDIN取付金具が不要であり、SS端子を採用しているため、従来形

電源の約40%の時間で設置できる[1]。これらの関係を図9で示す。その他、製品の仕様には直接関係しないが、本電源では図10に示すような保護シートを採用している。これは、配線時の配線くずが、筐体に開けられている通気孔から電源内部に入りにくくするためである。なお、この保護シートは配線作業を終えた後取外す必要があるが、簡単に取り除くことができる。

8. おわりに

今回開発したPS5R形電源は、当社の“HMIソリューション”的『安全』や『省』そして『使い易さ』を最重要コンセプトとして開発した製品であるが、安全と国際規格に応対したDIN取付電源として当初の目標を満足できる製品とすることができた。

しかし、このコンセプトに追加すべき課題としては、さらなる小形化を始めまだまだ多くのテーマがあり、今後さらに、高機能化、長寿命化、高信頼性と使い易さを追求した電源の展開を積極的に取り組んでいきたい。最後に、開発にあたり、ご指導ご協力いただいた関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 山野雅丈、磯部雅志，“省と安全 Save & Safety”と追求したSS端子の開発、IDEC REVIEW 1997, p.57~62
- [2] 産業用制御盤のUL規格 UL subject 508A
- [3] 世界のEMC規格・規制 1995~99年度版、社団法人日本能率協会
- [4] 德田正満、CEマーキングに対応するスイッチング電源、1996,97年度版
- [5] 離本純明、スイッチング電源のEMI対策技術、EMC8月号 p.75~80, 1998
- [6] ノイズ対策マニュアル、初版、イー・エム・シー発行、1988年, p.138

執筆者紹介

- * 1) 商品開発部 H4000 所属
- * 2) 商品開発部 H8000 所属
- * 3) エリデック(株) 技術部 所属
- * 4) 商品開発部 H4000 所属

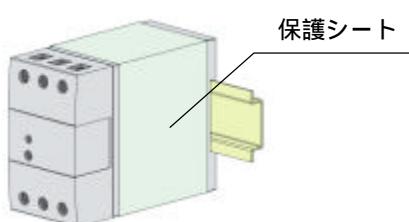


図10 PS5R形電源と保護シート

Fig.10 PS5R SERIES WITH PRVENTING SHEET