

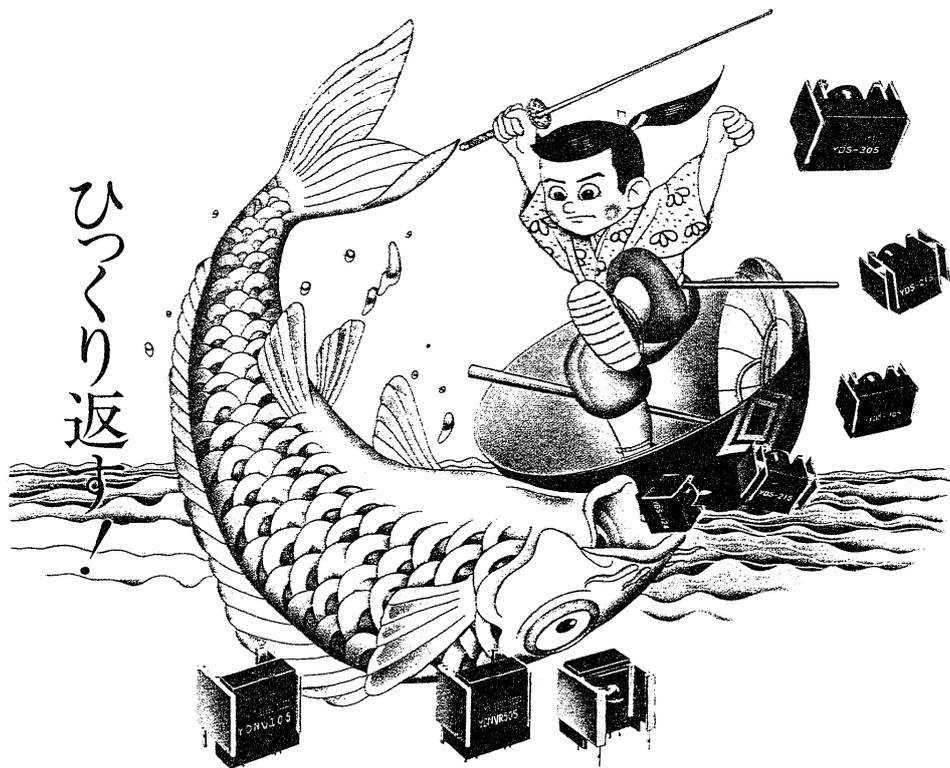
アプリケーションノート

YDNVR5/100シリーズ

の原理と応用

非絶縁反転型DC/DCコンバータ

(初版)



発行に当たって

本アプリケーションノートは「YDNVR5/100シリーズ」の解説書として、作成しました。
「YDNVR5/100シリーズ」は、「YDN-R5/100シリーズ」のR・HS指令
適合版です。

YDNVシリーズはYDSVシリーズの姉妹品で、プラスの入力電圧をグランド共通で反転させマイ
ナス電圧を安定化するために最適です。本書はYDNVシリーズの動作をわかりやすく説明したもの
です。

以下のYDNVシリーズの技術資料としてご利用頂けます。

- ①. YDNVR5シリーズ
- ②. YDNV100シリーズ

YDNVシリーズのご使用に当たり、皆様のお役に立てば幸いです。

2007年 5月 株式会社ユタカ電機製作所

電源本部 設計部 開発グループ

目 次

	ページ
1. 概 要	1
2. 最大定格	1
3. 電气的特性	1
4. 外形寸法	2
5. 実装方法	3
6. 動作原理	4
7. 最高周囲温度	5
効率曲線	6
8. 内部ロスと表面温度	7
9. 出力電圧の可変方法	8
出力電圧可変抵抗のグラフ	9
10. 入力電流	10
11. 入力コンデンサ	11
12. 出力コンデンサ	15
13. 過渡応答特性	18
14. 短絡保護回路	19
15. チョーク・コイル	19
16. ±出力への応用	21
17. 信頼性に関する事項	23
18. 使用上の注意	24
19. 引用、参考文献	26

1. 本資料に記載した製品は、信頼性や機能改善のため予告なく変更する場合があります。ご使用に当たっては、最新の資料をご請求下さい。
2. 文書による当社の承諾なしに、本資料の一部または全部を転載、複製することを堅くお断りします。
3. 本資料に記載した内容によって、当社および第三者の特許権やその他の権利の実施を承諾するものではありません。
4. 本製品を使用するシステムが外国為替および外国貿易管理法の規定によって、戦略物資等に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。
5. 本製品は耐放射線設計をしていません。また人命にかかわる装置などで使用する場合は、別途ご相談ください。
6. 本資料に記載した回路例や回路定数は、量産設計を考慮したものではありません。

1. 概要

「YDNVR5/100シリーズ」はプラスの入力電圧をGND共通で、反転させてマイナス電圧を安定化する、非絶縁型の反転型DC/DCコンバータ（バックブースト・チョッパ：BUCK-BOOST CHOPPER）です。以下のような特徴があります。

- ①. プラスの入力電圧に対して、同一GNDより低いマイナス電圧を出力します。
- ②. スwitchング方式なので、ドロップパーと比較して変換効率が高い。
またスイッチ素子には低オン抵抗FETを使用し、従来タイプよりさらに高効率です。
- ③. 出力電圧の可変が可能で、(推奨可変範囲内で上昇、下降いずれも可能です。)
- ④. 一般の三端子レギュレータ、79xxシリーズのように、入力出力に電解コンデンサを接続するだけで動作します。(基本機能はGND共通で反転するので異なります。)
- ⑤. 放熱フィンとチョーク・コイルが一体構造のため、オンボードで簡単に使用できます。
- ⑥. 短絡保護回路を内蔵しています。(連続短絡は避けて下さい。)

2. 最大定格

右にYDNVR5
/100シリーズの
最大定格を示します。

表1. 最大定格

項目	記号	最大定格値		単位
		YDNVR5シリーズ	YDNV100シリーズ	
最大入力電圧	Vin	35		V
定格出力電流	Iout	0.5	1.0	A
動作温度	Top	-10~+60		°C
保存温度	Tstg	-20~+85		°C

3. 電気的特性

以下にYDNVR5/100シリーズの電気特性を示します。(5項②の標準コンデンサ使用)

表2. 電気的特性

(Ta = 25°C)

項目	記号	規格値												単位
		YDNVR505			YDNVR512			YDNV105			YDNV112			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
直流入力電圧範囲	Vin	10	—	35	10	—	35	10	—	35	10	—	35	V
設定出力電圧 ※1	Vout	-4.9	-5.0	-5.1	-11.7	-12.0	-12.3	-4.9	-5.0	-5.1	-11.7	-12.0	-12.3	V
出力電圧変動 ※2	Vline	—	—	100	—	—	150	—	—	100	—	—	200	mV
	Vload	—	—	150	—	—	200	—	—	150	—	—	250	
効率 ※3	η	—	77	—	—	85	—	—	80	—	—	87	—	%
出力リップル ※4	VR	—	—	70	—	—	70	—	—	100	—	—	150	mVp-p

※1 Vin = 30V Iout = 定格電流にて

※2 Vline 定格出力電流にて、Vin を10V~35Vに変化させる

Vload: Vin = 30Vにて、Iout を0.05A~定格出力電流まで変化させる

※3 Vin = 30V Iout = 定格電流にて

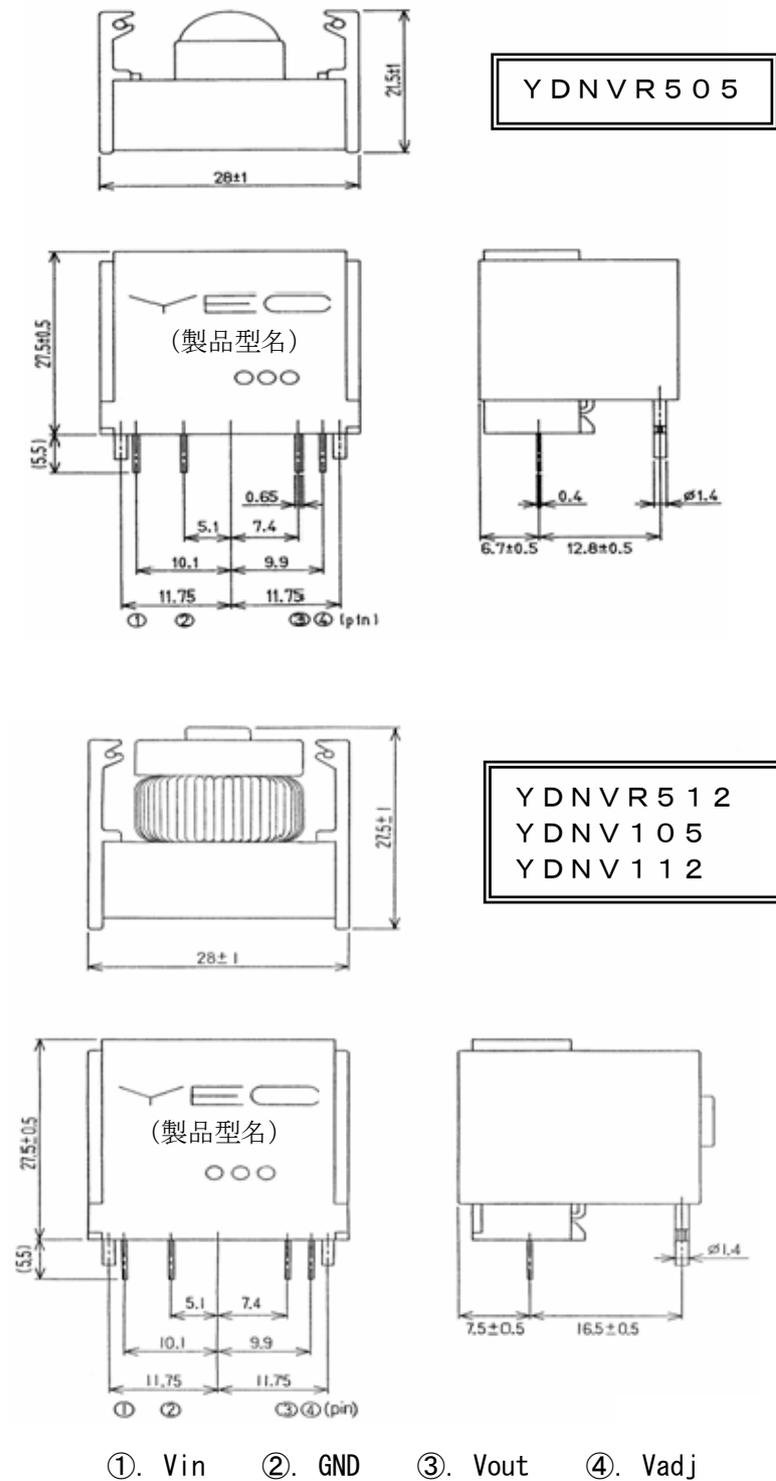
※4 12項①表7の測定条件による

4. 外形寸法

以下にYDNVR5/100シリーズの外形寸法図を示します。

各々のモデルで外形寸法が若干異なりますので、ご注意ください。

(単位：mm)



* 外形図の細部が現品と異なる場合は、現品を優先します。

図 1. 外形寸法図

5. 実装方法

①. 基板取付穴寸法

以下にYDNVR5/100シリーズの基板取付穴寸法図を示します。

リード・ピンの穴径は1.0φ、放熱フィン固定ピンは1.8φです。

YDNVR505だけはリード・ピンと放熱フィン固定ピンの距離が短くなっています。

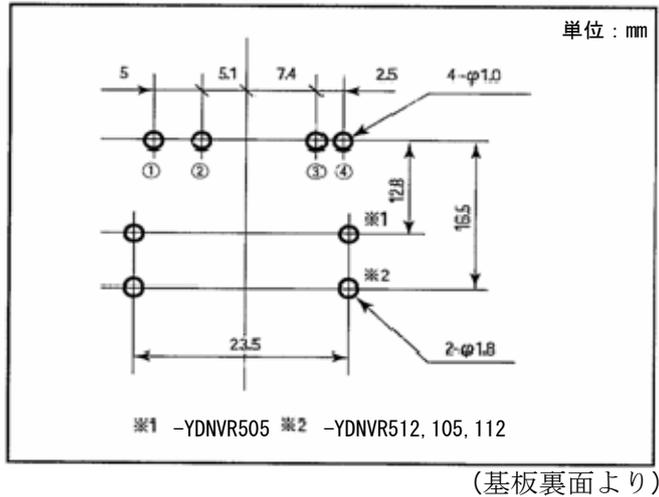


図2. 基板取付穴寸法図

②. 参考パターン

以下にYDNVR5/100シリーズの参考パターン図を示します。

放熱フィン固定ピンは2番ピン（GND）と接続して下さい。

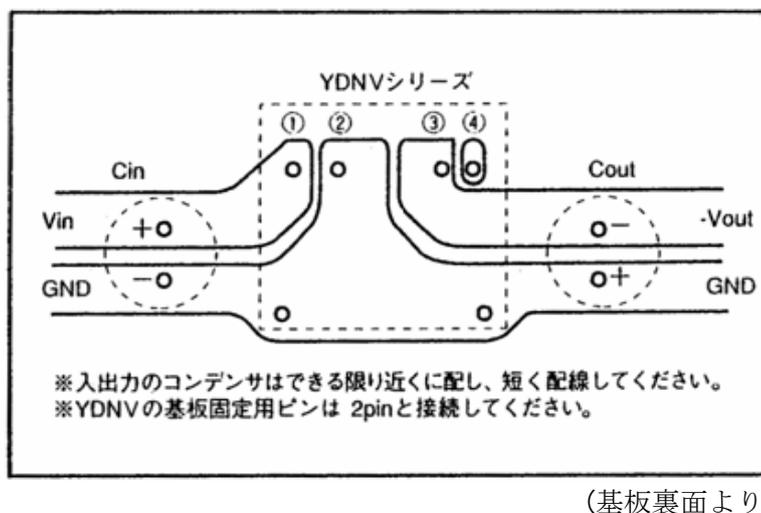


図3. 参考パターン図

6. 動作原理

YDNVR5/100シリーズは、チョーク・コイルを内蔵したシリーズ・スイッチング・レギュレータです。スイッチ素子のスイッチング動作による脈流電圧を、チョーク・コイルと出力コンデンサで平滑します。

スイッチ素子に低オン抵抗のFETを使用し、実績の高いスイッチング・レギュレータ用のPWM-ICを用いて出力電圧の安定化を行なう、他励方式のバックブースト・チョッパ型レギュレータです。

①. ON状態

出力電圧「Vout」を「R3,R7」で分圧した電圧をPWM-ICの定電圧オペ・アンプに入力し、他の入力端子の基準電圧(Vref≒1.0V)と比較してPWM制御されます。

FET「Q1」がONすると、入力電源をチョーク・コイル「L1」と「Q1」で短絡し、「L1」にエネルギーを蓄積します。出力電圧「Vout」はまだ上昇しません。

②. OFF状態

次に「Q1」がOFFすると「L1」に蓄積されたエネルギーを負荷側へ放出し、フライホイール・ダイオード「D2」の極性によって「Vout」が上昇し、規定値より高くなった時に、定電圧オペ・アンプの制御により「Q1」はOFFします。

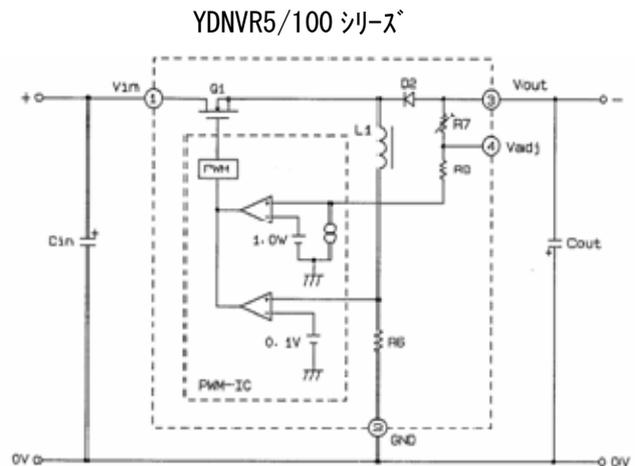
③. 動作の継続

以上の①→②→①を固定周波数で繰り返し、出力電圧を安定化します。

④. 短絡保護回路

出力端子の短絡保護は抵抗「R6」で検出します。電圧降下が約0.1VになるとPWM-ICの過電流オペ・アンプがこれを検出して「Q1」をOFFし、出力電圧を垂下します。

(連続短絡は避けて下さい。)



(但し Cin、Cout は外付け)

図4. 等価回路

⑤. 発振周波数

PWM-ICによる他励発振方式のため、入力電圧や出力電力を変化しても、スイッチング周波数は約30kHz一定で変化しません。

7. 最高周囲温度

YDNVR5/100シリーズの最高周囲温度は、入力電圧、出力電流により変換効率が若干変動して内部損失が変化するので、次のように計算法で求めます。

①. 計算法

- a). 出力電圧により機種を選定します。
- b). 使用する入力電圧と出力電流を決定します。
- c). 図6、図7の「効率曲線」から、b)の時の効率 η (%)を求めます。

但し数値は、 $\eta = \eta$ (%) \div 100の数値を〈1式〉に代入します。

- d). 以下の式で内部ロス (W) を算出します。

$$\text{内部ロス (W)} = \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \times | \text{出力電圧 (V)} | \times \text{出力電流 (A)} \cdots \langle 1 \text{式} \rangle$$

- e). 右図の「減定格曲線」から、求められた内部ロスにおける最高周囲温度が決定されます。

また周囲温度の上限は、以下の式で算出できます。

$$T_a (^\circ\text{C}) = 150 - 30 \times \text{内部ロス (W)} \cdots \langle 2 \text{式} \rangle \quad \text{但し } W=3.0 \sim 4.0\text{W}$$

★注意★

安定動作をさせるためには、減定格曲線により求めた最高周囲温度を越えて使用しないで下さい。

②. 算出例

- a). 機種 : YDNV105

- b). 入力電圧 : 10V

出力電流 : 1.0A

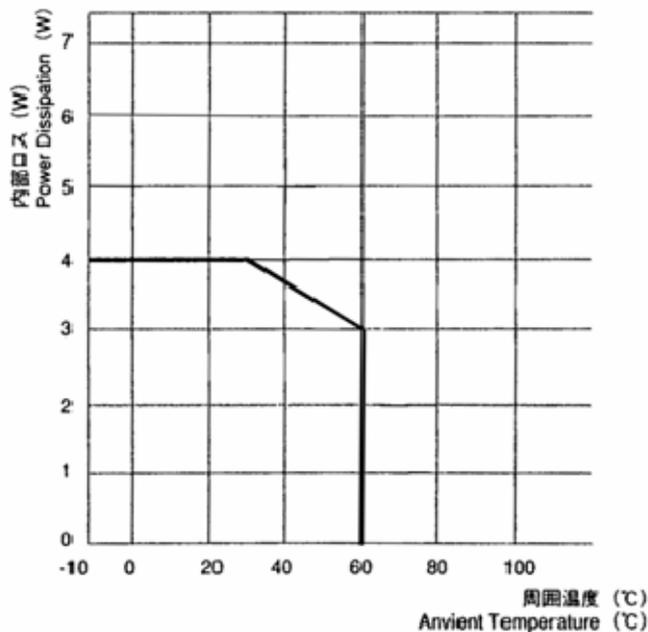
- c). 効率 : 約80%、

$$\therefore \eta = 80 \div 100 = 0.8$$

図5. 減定格曲線

- d). 内部ロス = $\left(\frac{1}{0.8} - 1 \right) \times | -5\text{V} | \times 1\text{A} \doteq \underline{1.25\text{W}}$

- e). 最高周囲温度は減定格曲線より 60°C までとなります。



③. 効率曲線

以下にYDNVR5/100シリーズの効率曲線を示します。

a. YDNVR5シリーズ

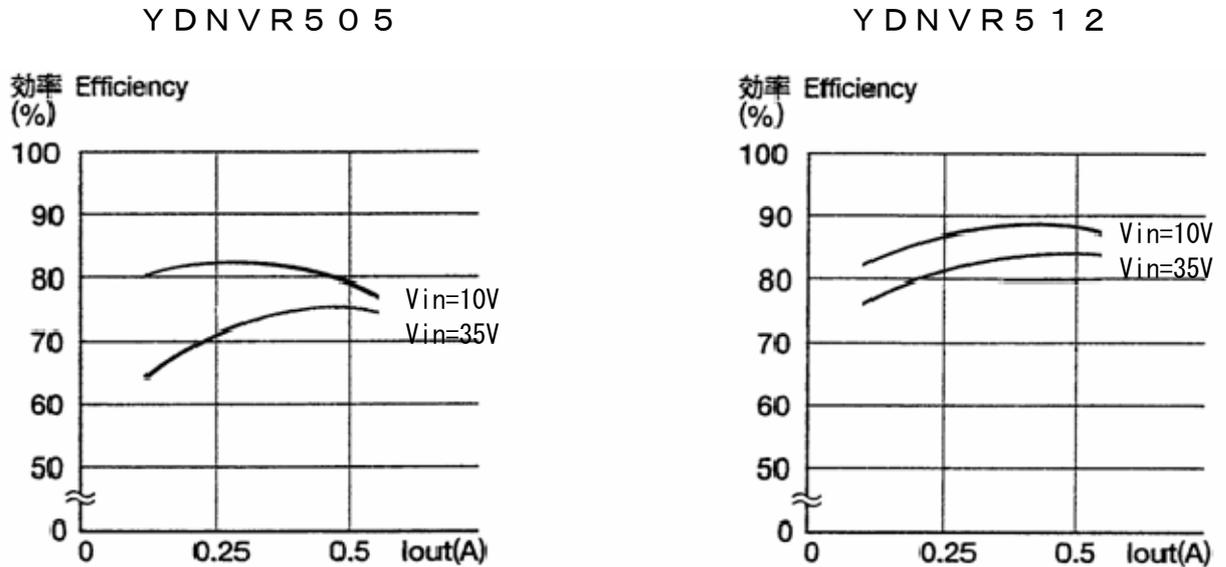


図6. YDNVR5シリーズの効率曲線 (Ta=25°C 代表例)

b. YDNV100シリーズ

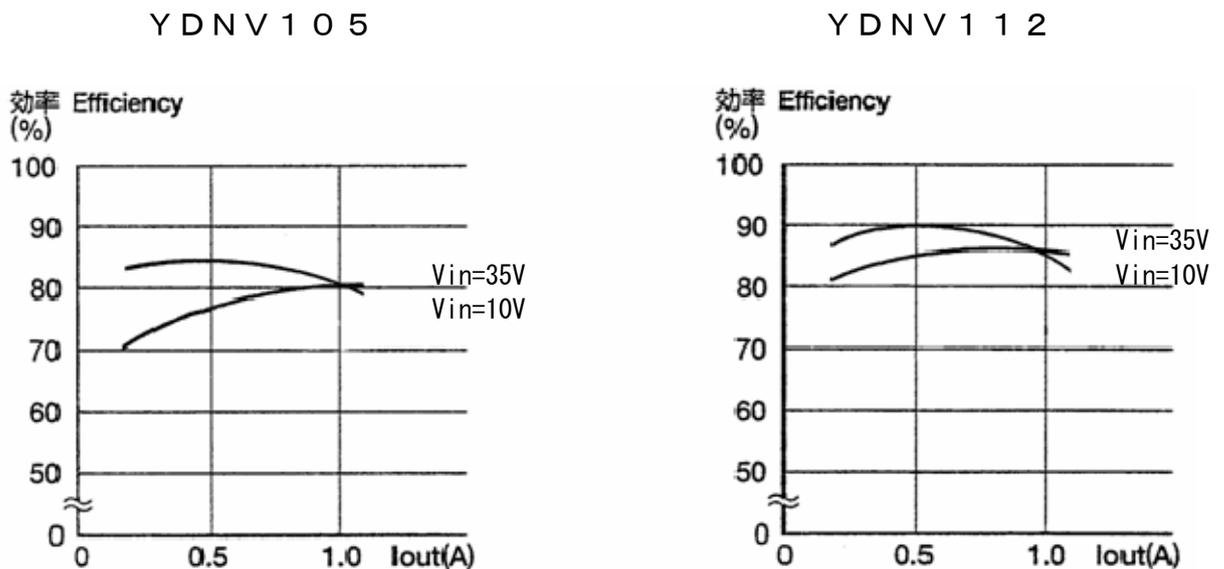


図7. YDNV100シリーズの効率曲線 (Ta=25°C 代表例)

本ICは、常温の定格負荷状態で表面温度が約40~55°Cとなります。

8. 内部ロスと表面温度

電子機器の表面温度は、熱源である内部ロスと冷却機である放熱フィンで決められ、周囲温度 T_a に対する温度上昇 ΔT の合計で求められます。

①. 放熱フィンの熱抵抗

電子機器の内部ロスに対して表面温度を決定するのは放熱フィンの表面積ですが、ほぼ包絡体積による熱抵抗で決まります。

右図にアルミニウム素材の「放熱フィンの包絡体積と熱抵抗」のグラフを示します。

これを YDNVR5/100 シリーズの放熱フィンに当てはめると、以下の表のような熱抵抗： R_a になります。

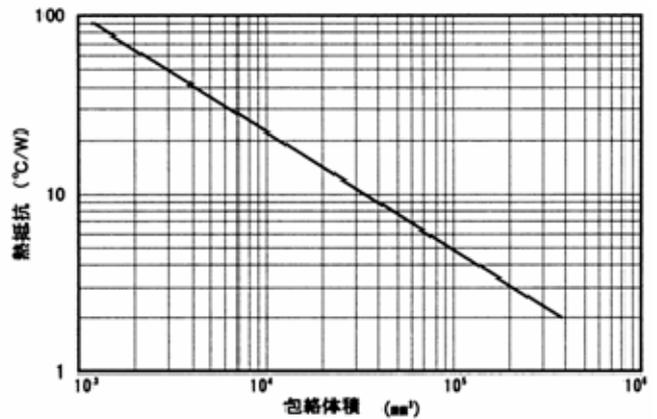


図 8. 放熱フィンの包絡体積と熱抵抗

表 3. 放熱フィンの熱抵抗

機種名	H(mm) × W(mm) × D(mm)	包絡体積 (mm³)	R_a (°C/W)
YDNVR505	21 × 28 × 21.5	12642.0	約 20.0
YDNVR512、105、112	21 × 28 × 26.5	15582.0	約 16.5

②. 表面温度の算出

次にこの熱抵抗を用いて自然空冷における、本 IC の表面温度を算出します。

先の〈1式〉より内部ロスを求めます。

$$\text{温度上昇 } \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)} = \text{内部ロス (W)} \times \text{熱抵抗 (}^\circ\text{C/W)} \quad \dots\dots\langle 5 \text{式} \rangle$$

$$\text{表面温度 } T_c \text{ (}^\circ\text{C)} = \text{温度上昇 } (\Delta T) + \text{周囲温度 } (T_a) \quad \dots\dots\langle 6 \text{式} \rangle$$

③. 計算例

YDNV105

入力電圧：10V

出力電流：1A

変換効率：80%

周囲温度：25°C

$$\text{内部ロス } W = \left(\frac{1}{0.8} - 1 \right) \times | -5 \text{ V} | \times 1 \text{ A} \doteq 1.25 \text{ W}$$

$$\text{温度上昇 } \Delta T = 1.25 \text{ W} \times 16.5 \text{ }^\circ\text{C/W} \doteq 20.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{表面温度 } T_c = 20.6 \text{ }^\circ\text{C} + 25 \text{ }^\circ\text{C} = 45.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

∴ YDNV105 の表面温度は、常温で約 46°C となります。

9. 出力電圧の可変方法

YDNVR5/100シリーズの出力電圧は、 -5V と -12V の2種類を準備していますが、4番ピンに抵抗を追加することにより、これらの固定電圧を可変することができます。

以下に抵抗値の選定方法を示します。

①. 可変方法

図9に外部接続図を示します。

出力電圧の絶対値を上昇する場合は固定抵抗「VR1」を追加します。

また出力電圧の絶対値を下降する場合は、固定抵抗「VR2」を追加します。

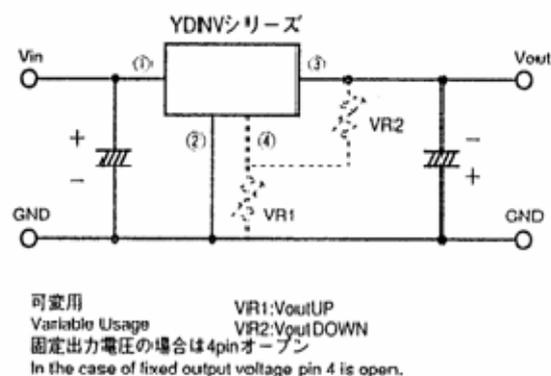


図9. 外部接続図

表4. 推奨可変範囲

②. 推奨可変範囲

基本的にはどのYDNVシリーズも出力電圧を $4\sim 15\text{V}$ まで可変可能ですが、必要とする電圧に近いYDNVシリーズを選定します。

機種名	可変範囲
YDNV*05	$-4\text{V}\sim -12\text{V}$
YDNV*12	$-5\text{V}\sim -15\text{V}$

③. グラフ

図10の「出力電圧可変抵抗のグラフ」から「VR1」、又は「VR2」の抵抗値を求めます。但し検出回路の「R7」は基準電圧 ($V_{\text{ref}} \doteq 1\text{V}$) の誤差 (約 $\pm 7\%$) を補正するため、ファンクション・トリミング (Functional Trimming) しています。このため、計算上のグラフ値に対し若干の誤差がありますので、出力電圧を確認の上「VR1」、「VR2」の抵抗値を選定して下さい。

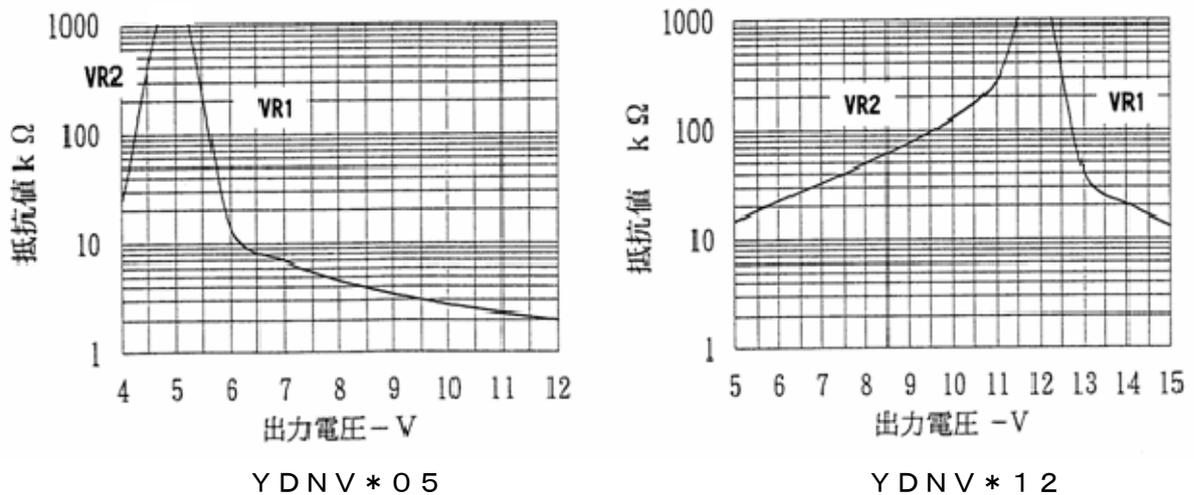


図10. 出力電圧可変抵抗のグラフ

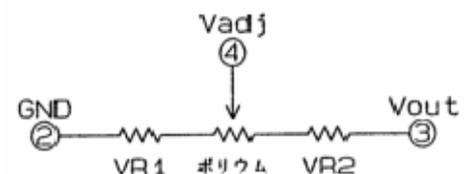
④. 出力電圧を±10%可変する定数

本ICの出力電圧を固定電圧ではなく連続可変したい場合は、VR1とVR2の間にポリウムを使用して出力電圧を可変する事ができ、約±10%可変する定数を以下に示します。

抵抗及びポリウムの消費電力は、最大で約10mW程度です。

表5. 出力電圧を±10%可変する定数と回路

機種名	VR1	ポリウム	VR2
YDNV*05	3.9kΩ	10kΩ	10kΩ
YDNV*12	6.8kΩ	10kΩ	6.8kΩ



★注意★

ポリウムだけでのご使用は、4番ピンを2番ピンもしくは3番ピンに短絡する恐れがありますので、推奨できません。

⑤. 出力電圧可変時の注意

- a). 4番ピンは出力電圧を高抵抗で分圧しています。このため4番ピンの配線パターンを長く伸ばすと外来ノイズをひろいやすく、誤動作を発生しやすくなります。
出力電圧可変等による4番ピンの配線は、なるべく短くして下さい。
- b). 3番ー4番ピン間に信号用のフィルム・コンデンサ（1000pF～0.01μF程度）を追加することにより、直流電圧の早い変化をフィードバックする、交流分の帰還回路として使用することができ、過渡応答特性の改善ができる場合があります。

10. 入力電流

YDNVR5/100シリーズの入力電流は、入力電圧及び出力電力により決定されます。
入力電圧が低いほど、また出力電力が大きいほど入力電流が多くなります。

また入力電流は、入力コンデンサを選定する場合の許容リップル電流にも関連する、重要な項目なので、以下に例を示して簡単に説明します。

①. 計算法

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{|\text{出力電圧 (V)}| \times \text{出力電流 (A)}}{\text{効 率 } (\eta)} \div \text{入力電圧 (V)} \cdot \cdot \langle 7 \text{式} \rangle$$

(但し、効率は $\eta = \eta (\%) \div 100$ とします。)

②. 算出例

YDNV 105を使用して出力電圧-5V、出力電流1.0A、入力電圧が10V及び35Vの場合の計算例を以下に示します。

a). 入力電圧が10Vでは効率曲線から、効率は約74%なので0.74を代入します。

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{|-5 \text{ (V)}| \times 1.0 \text{ (A)}}{0.8} \div 10 \text{ (V)} \doteq 0.625 \text{ (A)}$$

入力コンデンサの許容リップル電流は、マージンを考慮し0.8A程度のものでします。

b). 入力電圧が35Vでは効率曲線から近似し、効率は約66%なので0.66を代入します。

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{|-5 \text{ (V)}| \times 1.0 \text{ (A)}}{0.8} \div 35 \text{ (V)} \doteq 0.179 \text{ (A)}$$

入力コンデンサの許容リップル電流は、マージンを考慮し0.2A程度のものでします。

★注意★

「許容リップル電流値」は、同一容量でもコンデンサのメーカーやシリーズにより異なりますので、ご使用になるコンデンサのカタログで確認して使用して下さい。

③. 無負荷入力電流

以下の表にYDNVR5/100シリーズの無負荷入力電流の参考値を示します。

表6. 無負荷時の入力電流 (Ta=25°C 参考値)

機 種 名	Vin=Min	Vin=Max	機 種 名	Vin=Min	Vin=Max
YDNVR505	約3mA	約3mA	YDNV105	約3mA	約3mA
YDNVR512	約4mA	約3mA	YDNV112	約4mA	約3mA

1. 入力コンデンサ

YDNVR5/100シリーズの入力コンデンサは、バイパス・コンデンサとして動作します。すなわち、本ICに電力を供給する電源の出カインピーダンス（=本ICの入カインピーダンス）を低くし、スイッチング電流を入力コンデンサから本ICに供給します。

YDNVR5/100シリーズの使用方法は、基本的に以下の3種類が考えられます。

- ①. 標準電源、又はバッテリーを入力として使用する。
- ②. 商用トランス+整流平滑回路を入力として使用する。
- ③. 多出力電源の内部部品として使用する場合。

★注意★

各々の使用方法において、入力コンデンサの容量値を増加しなければならない場合や、少なくすることができる場合があります。 いずれにしても、基本的には本ICの入力電流以上の許容リップル電流を流すことができる電解コンデンサが必要です。

①. 標準電源、又はバッテリーで使用する場合

供給側のケーブルが短い場合は、YDNVR5/100シリーズの入カインピーダンスが低い^①ため、基本的に入力コンデンサは必要ありませんが、安定動作のために100 μ F以上のコンデンサを入力端子（1番ピン、2番ピン間）になるべく近く、実装することをお勧めします。

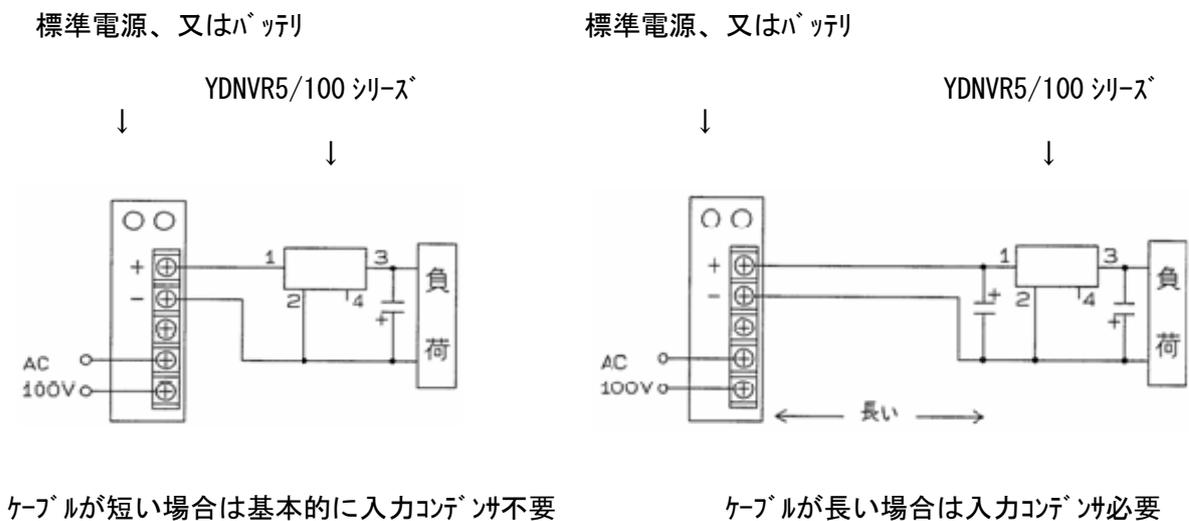


図 1 1. 標準電源、バッテリーで使用する場合

②. 商用トランス+整流平滑で使用する場合

a). 入力のリップル電圧

YDNV R5/100シリーズの入力コンデンサは、平滑用のコンデンサで代用できます。但し、リップル電圧は下図に示すように下限値が「直流入力電圧範囲の Min 値」以上で、上限値も同様に「直流入力電圧範囲の Max 値」以下とします。

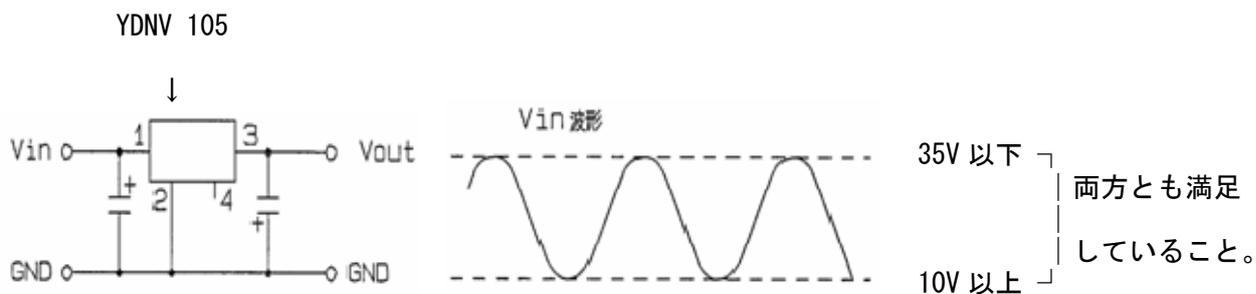


図 1 2. 入力のリップル電圧

b). 許容リップル電流

入力コンデンサの許容リップル電流は、本 IC の入力電流以上を流せるものが必要です。

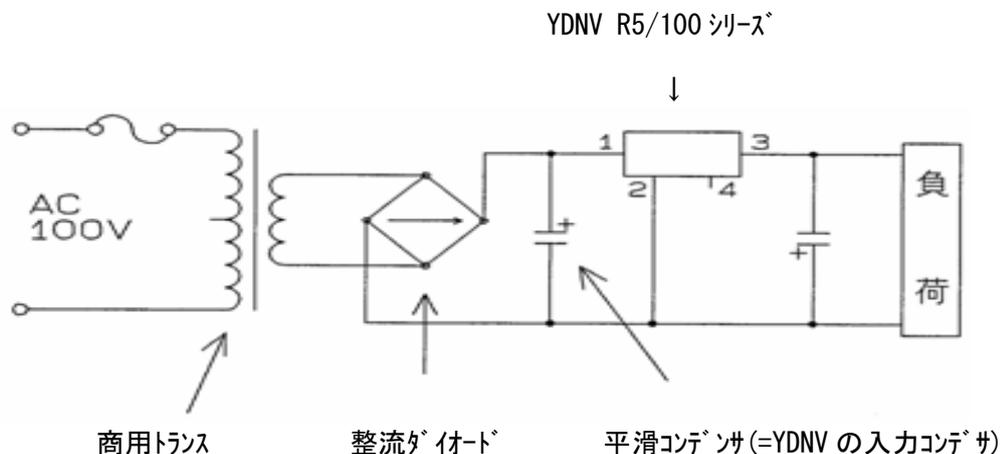


図 1 3. 商用トランス+整流平滑での使用方法

★注意★

商用トランス+整流平滑回路で使用する入力コンデンサは、標準コンデンサ容量の $1500\mu\text{F}$ ではなく、c). O. H. Schade のグラフと、10. 入力電流 の項目を参照の上、選定して下さい。

c). O. H. Schade のグラフ

コンデンサ・インプットの平滑回路においてコンデンサの容量を決めるのは、交流電圧の周波数と許容するリップル電圧そして負荷抵抗により決定され、「O. H. Schade のグラフ」として知られ、以下の簡易式で示されます。

$$C (F) = \frac{\omega C R L}{\omega \cdot R L} \quad \dots \langle 8 \text{式} \rangle$$

但し記号は以下です。

$\omega C R L$: 近似的に 20 ~ 30

ω : $2 \pi f$

f = 周波数 = 50 Hz

$R L$: 負荷抵抗

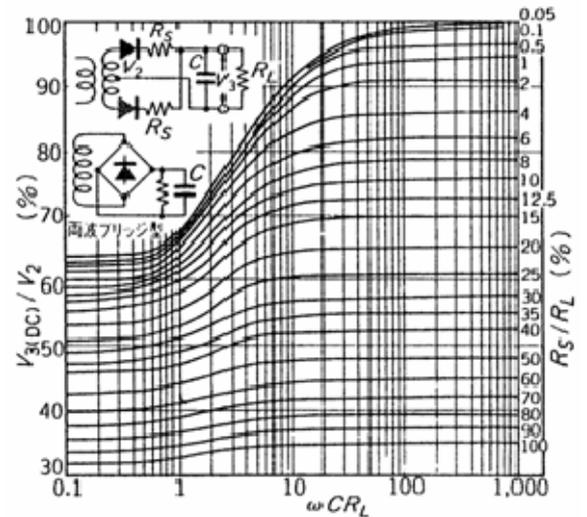


図 1 4 . O. H. Schade のグラフ

Y D N V 1 1 2 を入力電圧 1 0 V、出力 1 2 V 1 A で使用する場合は以下に示します。

変換効率 = 約 8 6 % (第 7 図の Y D N V 1 1 2 の効率曲線より)

Y D N V の入力電流 (= 平滑コンデンサの出力電流) は < 7 式 > から以下で求められます。

$$\text{入力電流} = \frac{\text{出力電圧} \times \text{出力電流}}{\text{効 率}} \div \text{入力電圧} = \frac{|-12V| \times 1A}{0.86} \div 10V \doteq 1.40A$$

平滑コンデンサの負荷抵抗となる $R L$ は次で求められます。

負荷抵抗 $R L$ = 平滑コンデンサの電圧 \div 平滑コンデンサの出力電流

$$= 10V \div 1.40A \doteq 7.1\Omega$$

$\omega C R L$ を「25」と仮定すれば平滑コンデンサの容量は < 8 式 > から以下となります。

$$C = \frac{\omega C R L}{\omega \cdot R L} = \frac{25}{2 \times \pi \times 50\text{Hz} \times 7.1\Omega} \doteq 11208\mu F$$

平滑コンデンサの容量は余裕をもって、算出値より大きな値にします。

(本例では、一般的な静電容量値として 15000 μF が適当となります。また、

この場合の入力コンデンサの許容リップル電流は、1.5 A 程度のもが必要です。)

③. 多出力電源の内部部品として使用する場合

a). 多出力スイッチング電源で多用されるフライバック方式の場合、あるいはフォワード方式においても、YDNVR5/100シリーズの入力コンデンサは、トランスの出力電圧を平滑する電解コンデンサで代用できます。

b). 入力コンデンサの許容リップル電流は、本ICの入力電流以上流せるものが必要です。
 (入力電流の算出方法は 10. 入力電流 の項目を参照して下さい。)

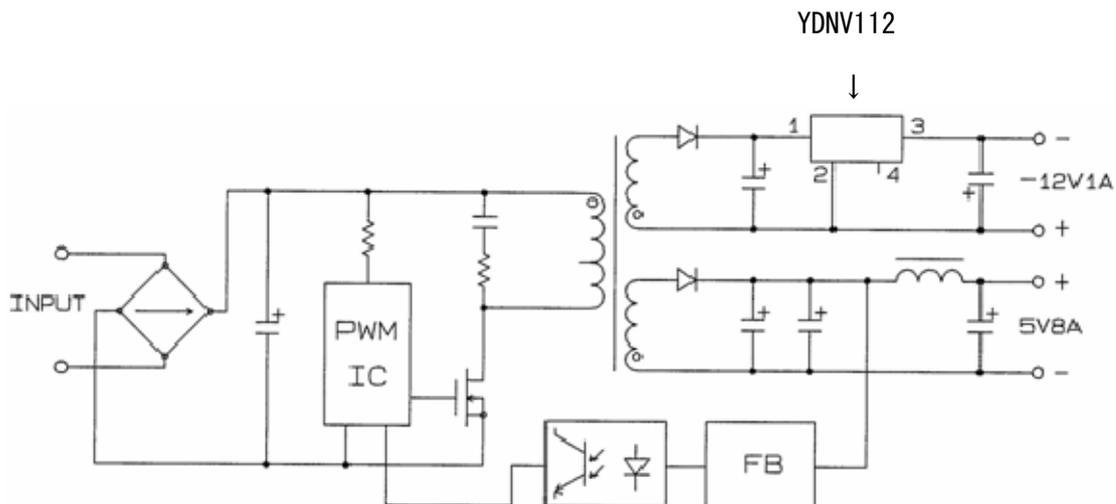


図 15. 多出力電源での使用方法

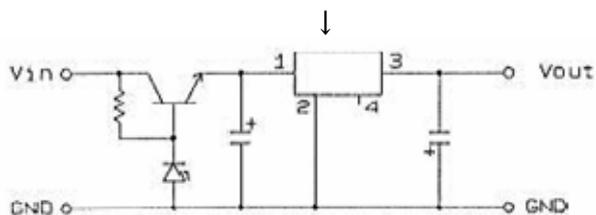
c). 入力電圧の超過対策

入力電圧が入力電圧範囲をこえる場合には、以下の図に示す回路が応用できます。

負荷変動が多い場合

(入力段にトローパを追加する。)

YDNVR5/100 シリーズ



負荷変動の少ない場合

(直列抵抗の電圧降下を利用する。)

YDNVR5/100 シリーズ

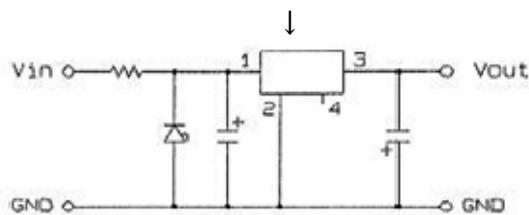


図 16. 入力電圧が高い場合

12. 出力コンデンサ

出力コンデンサはYDNVR5/100シリーズの出力インピーダンスを下げて、安定動作させるために必要な部品です。

「出力ノイズ」に影響し、出力コンデンサの容量値が大きいほど少なくなります。

出力ノイズは出力コンデンサや、出力コンデンサのインピーダンス特性、配線パターン、測定器、測定方法等で大きく変化しますので、以下の値はあくまで参考値とお考え下さい。

①. 出力ノイズ

出力ノイズは右の写真のようにスイッチング周波数の基本成分による「リップル電圧」と、スイッチング動作による電圧、電流の急瞬な変化によって発生する「スパイク電圧」に分かれます。

↑ ↓
スパイク リップル
↓ ↑

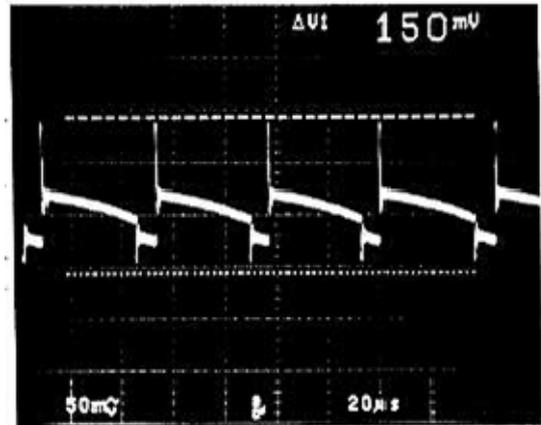


写真1. 出力ノイズ

以下に本ICの参考データを示します。

表7. リップル・スパイク (Ta=25°C 参考値)

		I _{out} =0.1A		I _{out} =0.25A		I _{out} =0.5A	
機種名	入力電圧	リップル	スパイク	リップル	スパイク	リップル	スパイク
YDNVR505	10V	18mV	30mV	30mV	40mV	40mV	55mV
	35V	20mV	38mV	29mV	50mV	36mV	70mV
YDNVR512	27V	45mV	45mV	45mV	73mV	60mV	92mV
	35V	26mV	50mV	37mV	62mV	46mV	76mV
		I _{out} =0.2A		I _{out} =0.5A		I _{out} =1A	
機種名	入力電圧	リップル	スパイク	リップル	スパイク	リップル	スパイク
YDNV105	10V	18mV	32mV	46mV	65mV	76mV	110mV
	35V	18mV	40mV	36mV	65mV	56mV	87mV
YDNV112	10V	26mV	43mV	72mV	107mV	120mV	178mV
	35V	26mV	52mV	50mV	86mV	77mV	118mV

* 1 コンデンサ: ELXZ500E152ML35S 日本ケミコン製 * 2 測定器: DRM-101 リップル・ボルトメータ 計測技研製
又は同等品

(測定端子に コモンモード・ノイズ 除去用フィルム・コンデンサ 0.47μF 付加、リップル レオ6、測定帯域 20MHz です。)

②. コモンモード・ノイズについて

以下にコモンモード・ノイズ発生の概念図を示し、簡単に説明します。

- a). 正負の端子間に発生するノイズを「ノーマルモード・ノイズ」と呼びますが、大地に対して正端子に、また大地に対して負端子に発生するノイズを、グラウンド（コモン：Common）に対するノイズとして「コモンモード・ノイズ」と呼びます。
- b). コモンモード・ノイズは、スイッチング動作をしている本ICの内部で発生する電圧、電流の変化分が、回路と大地間のストレー・キャパシティ（浮遊容量：Stray Capacity）を通過して外部に流れるため発生します。
- c). このノイズは正負の端子間で同相となるため、出力側には影響ないように思われますが、正負配線のインピーダンス差により異なる電圧降下を発生し、出力側でノーマルモードのノイズに変化する場合があります。
この対策として負荷に近い所に、バイパス・コンデンサを付ける必要があります。
- d). 同様に測定器のケーブルも同軸ケーブルやシールド線等の不平衡ケーブルを使用するため、正負端子間に配線のインピーダンス差による電位差が発生して、ノーマルモード・ノイズの測定において、出力ノイズを見掛け上大きくしますので、測定器の入力端子に近い部分にバイパス・コンデンサを付加して測定します。

（出力ノイズの測定方法は、引用文献の JEITA RC-9131A 等を参照して下さい。）

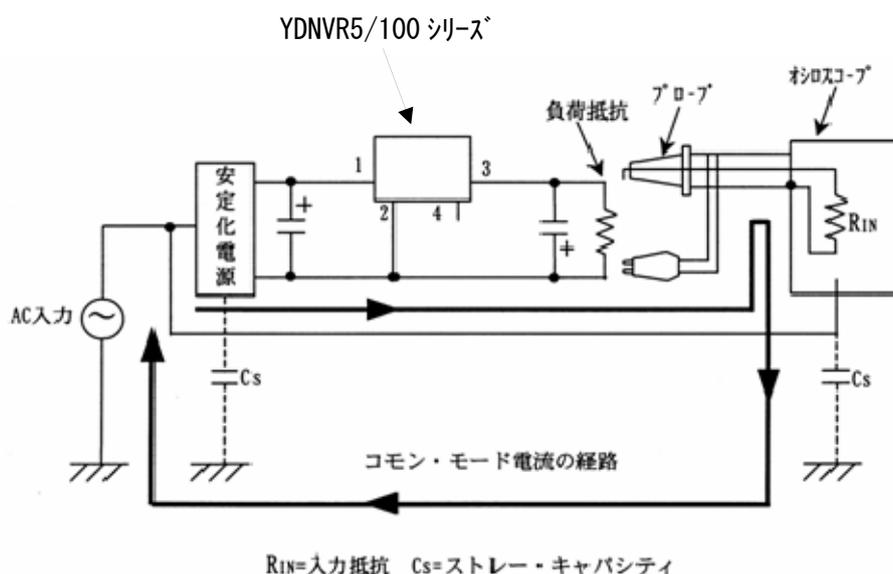


図 17. コモンモードノイズの発生

③. パルス負荷への対応

YDNVR5/100シリーズの定格出力電流は0.5A/1.0Aですが、短時間に定格出力電流を越える大電流を必要とする、パルス負荷に使用することができる場合があります。

a). 本ICに外付けする出力側の電解コンデンサの容量を増強して、短時間の最大電流を出力コンデンサから供給することができます。

すなわち、以下のコンデンサCと負荷抵抗Rの放電時定数の計算から、出力電圧の精度を規定しながら、大電流の出力を得ることが可能となる時間が算出されます。

$$\text{保持時間 } t \text{ (s)} = -C \cdot R \cdot \ln(V_t / V) \quad \dots \dots \dots \langle 9 \text{式} \rangle$$

但し、C：出力コンデンサの容量 (F)

R：最大電流時の負荷抵抗 (Ω)

ここで $R \text{ (}\Omega\text{)} = \text{出力電圧} \div (\text{最大電流} - \text{定格出力電流})$

V_t ：t (s) 後の出力電圧 (V)

V：定格出力時の出力電圧 (V) である。

b). 計算例

機種名：YDNV105

最大電流：2.0A \rightarrow ($\therefore R = |-5V| \div (2A - 1A) = 5\Omega$)

電圧精度： $\pm 10\%$ \rightarrow (\therefore 最低電圧 = $-4.5V$)

出力容量：1500 μF

$$\therefore t = -1500 \times 10^{-6} F \times 5\Omega \times \ln(-4.5V / -5V) \doteq 790 \mu s$$

標準的な出力コンデンサの容量1500 μF でも、出力電圧の精度を $\pm 10\%$ まで許容すれば、定格電流以上の最大電流2Aを約790 μs 供給することが可能です。

この場合に、出力コンデンサのリプル電流は、パルス負荷電流の実効値となります。

出力コンデンサとしてご使用になる各コンデンサ・メーカーの資料から、許容リプル電流の値を十分にディレーティングして、ドライ・アップ等により寿命が短くならないようご注意ください。

1.3. 過渡応答特性

過渡応答特性には、次の2種類があります。出力電流を一定にして、入力電圧を急激に変化させた場合の出力電圧変動を「入力の過渡応答特性」といいます。また入力電圧を一定にして、出力電流を急激に変化させた場合の出力電圧変動は「出力の過渡応答特性」と呼びます。

以下にYDNVR5/100シリーズの参考値と、代表的な動作波形を示します。

①. 入力の過渡応答特性

入力の過渡応答特性は入力コンデンサ「Cin」によってほぼ決定されます。

特性改善のためには容量値を大きくします。

表 8. 入力の過渡応答特性 (Ta=25°C 参考値)

機種名	電圧変化 (VL ↔ VH)	ΔV
YDNVR505	10V ↔ 35V	150mV
YDNVR512	10V ↔ 35V	200mV
YDNV105	10V ↔ 35V	130mV
YDNV112	10V ↔ 35V	100mV

Cin=47μF, Cout=1500μF × Iout=定格電流

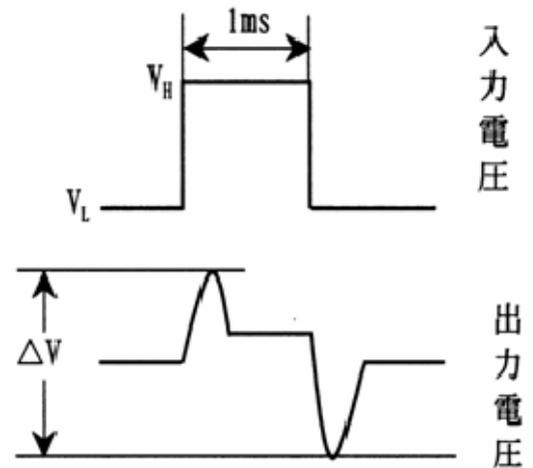


図 18. 出力波形

②. 出力の過渡応答特性

出力の過渡応答特性は出力コンデンサ「Cout」によってほぼ決定されます。

特性改善のためには容量値を大きくします。

表 9. 出力の過渡応答特性 (Ta=25°C 参考値)

機種名	電流の変化	ΔV
YDNVR505	0A ↔ 0.5A	200mV
YDNVR512	0A ↔ 0.5A	250mV
YDNV105	0A ↔ 1A	230mV
YDNV112	0A ↔ 1A	280mV

Cin=Cout=1500μF Vin=Vin Min

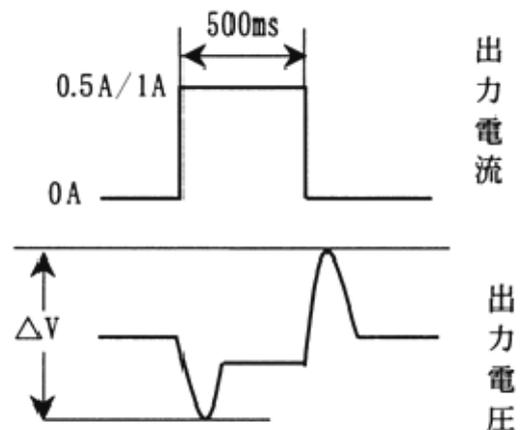


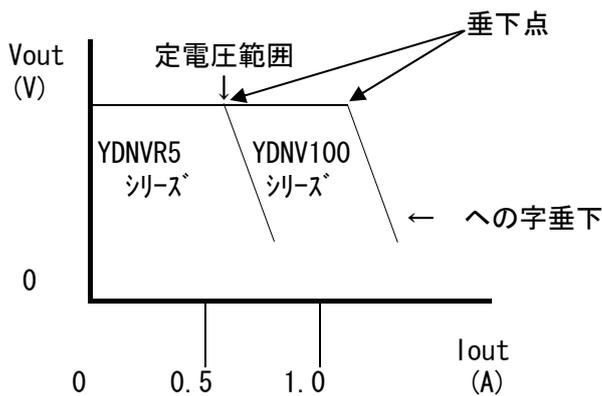
図 19. 出力波形

1.4. 短絡保護回路

YDNVR5/100シリーズは、自動復帰型の短絡保護回路を内蔵しています。

無負荷から垂下点までは定電圧特性で、垂下点から先は「への字垂下特性」を示します。

よって垂下点以上の電流を出力させようとすると、出力電圧が下がって垂下点以上の電流は流せません。また、過負荷状態から出力電流を少なくすることによって、出力電圧は自動的にもとの電圧まで復帰し、以下の図に示すような特性です。(連続短絡は避けて下さい。)



垂下点の電流は、約150%に設定してあります。

また垂下点は入力電圧により変化します。

図20. 短絡保護回路の特性 (Ta=25°C 代表例)

1.5. チョーク・コイル

①. 漏れ磁束について

YDNVR5/100シリーズのチョーク・コイルは「L1」は、YDNVR505以外はトロイダル・コアを使用しております。

トロイダル・コアは磁気回路が閉磁路になっているため、磁束の漏れは殆どありません。

②. 臨界電流について

YDNVR5/100シリーズは、入力電圧をスイッチングした電圧を平滑するために、チョーク・コイルを使用しており、出力電流が減少すると、ある電流でチョーク・コイルの電流が連続しない、いわゆるカット・オフという現象が発生し、この電流を臨界電流と呼びます。

チョーク・コイルがカット・オフした場合は、出力電圧のリプル電圧が、若干変化します。

③. 低ノイズへの対応

YDNVR5/100シリーズの出力ノイズは、ご使用になる回路のパターンや測定器の帯域、入力コンデンサや出力コンデンサの特性などによって大きく変化します。

出力ノイズが大きいと思われる場合は、下記の様にLCフィルタを追加して下さい。

L（チョーク・コイル）は出力電流以上流せるものが必要です。

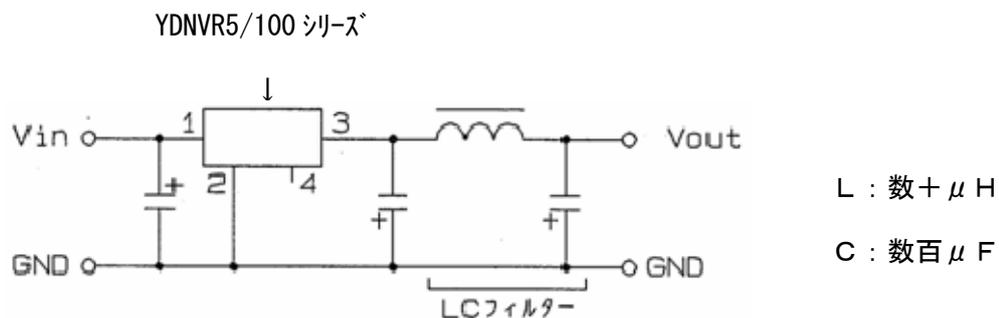


図 2 1 . 低ノイズ化

★注意★

以上のLCフィルタを追加した状態であっても、出力ノイズはゼロにはなりません。
特に微少な信号を扱う、スピーカ回路やオペ・アンプ回路等のアナログ回路での使用
では、実際の最終装置で確認の上ご使用下さい。

1.6. ±出力への応用

YDSVシリーズの正出力品と応用して、±出力を得る方法を以下に述べます。

三端子レギュレータ78××シリーズと同様に、いくつかの工夫が必要なので注意して下さい。

①. 正負出力の回路

本ICは、プラス出力のYDSVシリーズを用いることにより、共通ラインから±出力の電源回路を構成することができます。出力コンデンサの極性に注意して下さい。

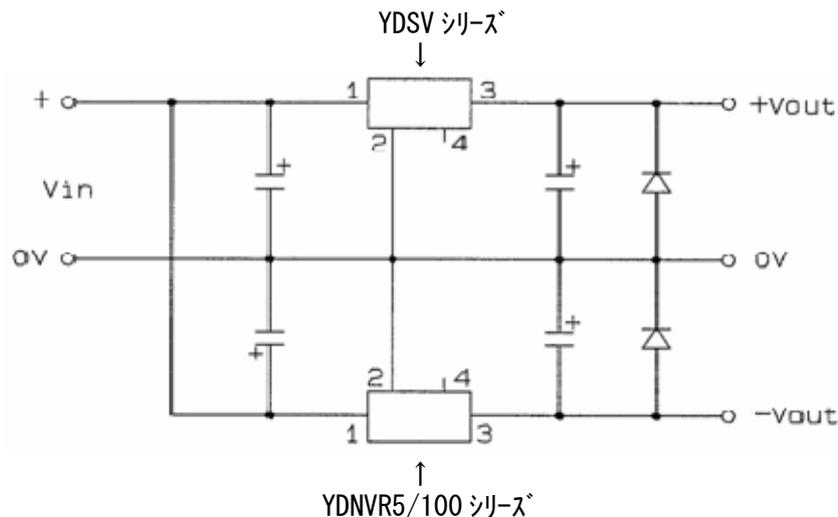


図 2.2. 正負出力の回路

★注意★

出力電流が $+V_{out}$ から $-V_{out}$ に向かって流れる場合には、一方の本ICがラッチ・ダウン (Latch Down) する事を防ぐため、上図のように各々の出力側にカソードを+側出力に向けてダイオードを入れて下さい。

②. ラッチ・ダウンについて

正負各々の出力コンデンサの容量差や負荷電流の大きさ等で、出力電圧の立ち上がり時間に差を生じると、正側が先に立ち上がった場合に出力コンデンサや負荷装置を経由して、負側の出力電圧がGNDよりも高電位になり、(負側が先に立ち上がれば、正側の出力電圧がGNDよりも低電位になり) この時に、逆電圧が印加された側のYDSVシリーズに使用している制御IC、Z1の内部が逆バイアスとなって、ラッチ・ダウンが発生する可能性があります。

a). 半導体のラッチ・ダウンは、半導体内部のP-Nジャンクションが何らかの原因で逆バイアスされると、半導体回路の動作が通常でなくなり、ラッチ・ダウン現象が発生します。

b). 外付けダイオード

±出力のラッチ・ダウンを防止するためには、下図のようにダイオードを付加します。すなわち、プラス出力側の場合には出力端子がGNDより低電位になった場合、(マイナス出力では出力端子がGNDより高電位になった場合)、発生した逆電圧を外付けダイオードでクランプして、外付けダイオードの順方向電圧降下以上にならないようにするものです。下図では一般的な78××シリーズで記載しましたが、基本的に同じ動作です。

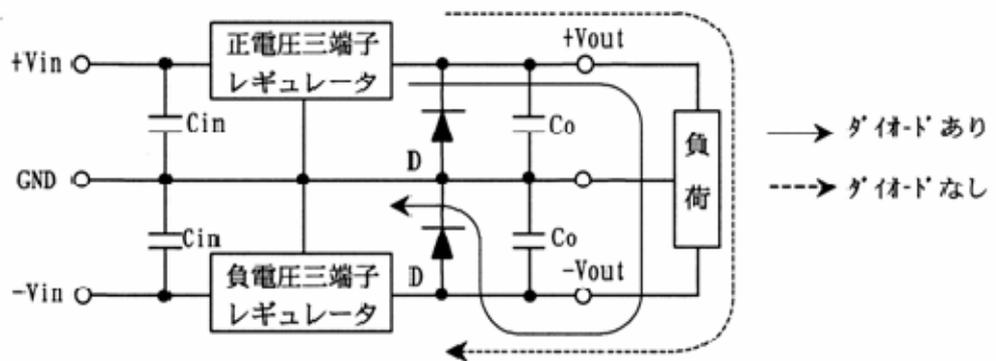


図 2 3. ラッチ・ダウン時の電流経路

★注意★

特に定電流負荷の場合にダイオードが無いと、定格出力電流で起動しない場合があります。また入力電圧に対する依存性は、入力電圧が高いほど起動しづらく、さらには過電流保護回路の動作点のバラツキにより動作点電流の少ない方が、起動しづらいことが多いようです。

c). ダイオードの種類

バイポーラの半導体におけるP-Nジャンクションは一般的に0.6V~0.7Vなので、これ以下の順方向電圧降下を持つ「ショットキ・バリア・ダイオード」を使用するのが、好ましいと考えられます。また電流量は本ICの出力電流以上のものが妥当です。

17. 信頼性に関する事項

ここではYDNVR5/100シリーズの信頼性に関する項目を記載します。

①. MTBFについて

本ICのMTBF (Mean Time Between Failures) について、計算結果を以下に示します。
MIL-HDBK-217F、及び電子情報技術産業協会 (JEITA) のRC-9102B
による部品点数法により算出した計算結果です。

表11. 平均故障間隔

機 種 名	f i t 数	平均故障間隔
YDNVR5/100シリーズ	1215.92	96.3年

②. 難燃性材料について

YDNVR5/100シリーズに使用しているモールド材はUL認定品です。
難燃性グレードとしては、全てUL94V-0品です。以下に一覧表を示します。

表12. モールド材の一覧表

部 品 名	材 質	グレード
ケース	ナイロン66	UL94V-0
コイル固定板	ナイロン66	UL94V-0
コイルスペーサ	ナイロン66	UL94V-0

18. 使用上の注意

その他に、説明しきれなかった使用上の注意を以下に述べます。

①. 入出力コンデンサは必ず実装して下さい。

YDNVR5/100シリーズは、スイッチング方式のDC/DCコンバータです。

高周波電流をバイパスさせるため、入出力コンデンサは本ICの近くに必ず実装して下さい。

入力コンデンサがない場合には不安定な動作となり、直流入力電圧範囲のMax値以上のサージ電圧が発生する可能性があり、破損する事がありますのでご注意ください。

出力コンデンサがない場合は、内蔵チョーク・コイルとのLCフィルタが構成されないため、出力電圧が安定せず、ピーク電圧の絶対値が入力電圧に近い値となりますのでご注意ください。

②. 基板固定用ピンはGNDピンと接続して下さい。

放熱フィンの基板固定用ピンは回路の安定動作のため、必ずGNDである2番ピンと接続して下さい。未接続の場合は異常発振する事があります。

③. 並列運転はできません。

本ICは並列運転できません。並列運転による出力電流の増加は、まず出力電圧の絶対値が高い方から電流を出力し、垂下点を越えて過電流保護回路が動作して出力電圧の絶対値が低下すると、その後に出力電圧の絶対値が低いもう一方から電流を供給します。

このように単純な並列運転では、微小であっても出力電圧の絶対値が高い本ICの方に負担が多くなり、発熱等がアンバランスとなりますので避けて下さい。

④. リモートON/OFF機能はありません。

本ICの4番ピン(V_{adj})により、リモートON/OFFはできません。

リモートON/OFF回路が必要な場合には、右図の回路例を参考に追加して下さい。

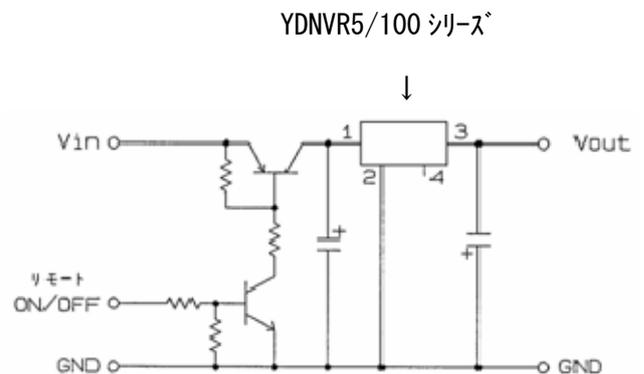


図 24. リモートON/OFF

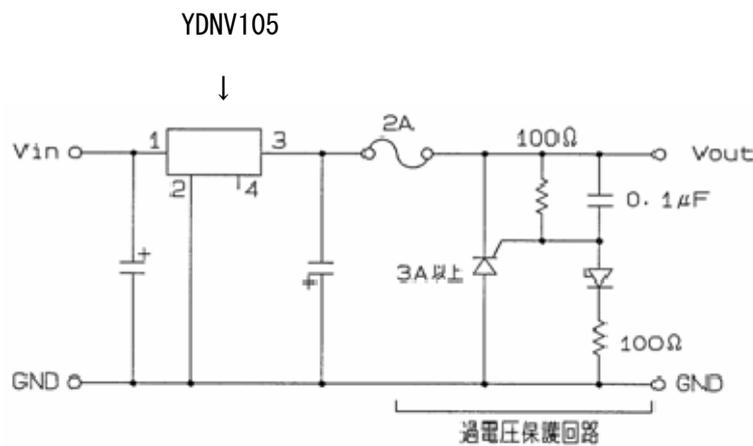
⑤. 浸漬洗浄はやめて下さい。

本 I C をプリント基板に実装した後に、洗浄する必要がある場合は、はんだ付けしたリード端子部分のみの洗浄を行って下さい。

超音波洗浄を含んで、本 I C を溶剤中に浸しての洗浄はしないで下さい。

⑥. 過電圧保護回路はありません。

本 I C には、過電圧保護回路（OVP : Over Voltage Protection）を内蔵していません。必要に応じて以下の回路例を参考に追加して下さい。過電圧発生時にサイリスタを ON させて、ヒューズを切り、出力を OFF します。



ツェナー電圧の例

YDNR*05 : 5.6V

YDNR*12 : 13V

図 2 5. 過電圧保護回路

⑦. 単体試験ではコネクタに注意。

YDNR5 / 100 シリーズの I C ソケット等による単体試験において、入出力コンデンサに電圧が残ったまま本 I C を抜き差しした場合、あるいは動作中に GND 端子（2 番ピン）がフローティングされた場合に、破損する場合がありますので、ご注意下さい。

19. 引用、参考文献

本資料を作成するに当たり、以下の文献を引用、または参考にしました。

- 1943.7 PROC. IRE, VOL. 31, P341-361 O. H. Schade 「ANALYSIS OF RECTIFIER OPERATION」
- 1980.2 日本電気 集積回路技術資料 IEP-578A 「三端子レギュレ-タICの使い方」
- 1984.7 CQ出版社 トランジスタ技術7月号 「特集 電源回路の設計完全マスタ」
- 1986.10 関西電子工業振興センター 「電子機器の信頼度予測」 第1, 第2分冊 (MIL-HDBK-217E)
- 1987.11 EIAJ RC-9002A 「単一出力形直流安定化電源試験方法」
- 1988.5 CQ出版社 戸川治朗 「実用電源回路設計ハンドブック」
- 1988 NATIONAL SEMICONDUCTOR LINEAR DATABOOK 1988 「LM3578 SWITCHING REGULATOR」
- 1989.6 CQ出版社 トランジスタ技術6月号 吉岡 均 「3端子スイッチング・レギュレ-タとその活用技術」
- 1991.7 CQ出版社 佐藤守男 トランジスタ技術SPECIAL NO. 28 「特集 最新・電源回路設計技術のすべて」
- 1994.3 EIAJ RCR-9102 「直流安定化電源の部品点数法による信頼度予測推奨基準」
- 1995.8 電気学会 マグネティックス研究会 MAG-95-128 谷川健一、平野芳生、岩田圭司、
田中信嘉、広瀬智文、矢作末行 「薄型インダクタのコンパ-タへの応用」
- 1996.1 ユタカ電機製作所 アプリケーションノート 「YDS-R3シリーズの原理と応用」 初版
- 1997.1 CQ出版社 別冊トランジスタ技術ハードウェアデザイン・シリーズ④ 「電源用IC活用マニュアル」
- 1997.3 CQ出版社 トランジスタ技術3月号 戸川治朗 「基礎から学ぶ電源回路設計の実際」
- 1997.4 新日鐵技報 第363号 平野芳生、金子高之、谷川健一、岩田圭司
田中信嘉、広瀬智文、矢作末行 「DC-DCコンパ-タ用薄型インダクタの開発」
- 1999.4 日刊工業新聞社 電子技術4月号 牧野俊夫 「低損失ICスイッチングレギュレ-タ」
- 2005.2 ユタカ電機製作所 アプリケーションノート 「YDS300Nシリーズの原理と応用」 初版
- 2005.2 ユタカ電機製作所 アプリケーションノート 「YDSV500シリーズの原理と応用」 初版

YDNVR5/100シリーズの特性を十分に理解して頂く為、
可能な限り多くの情報を記載しましたが、技術的なお問い合わせ
は下記までご連絡ください。

カタログは以下のホームページからも入手できます。

TEL : 03-5436-2771 (代)

ダイヤル 03-5436-2782

FAX : 03-5436-2786

<http://www.yutakadenki.jp/>

株式会社ユタカ電機製作所

電源本部 設計部 開発グループ

改版履歴

2007年（平成19年） 5月 1日 YDNVR5/100シリーズの原理と応用 初版発行

アプリケーションノート YDNVR5／100シリーズの原理と応用（初版）

発行日：2007年（平成19年）5月1日

編集・発行：株式会社 ユタカ電機製作所

〒141-0031 東京都品川区西五反田7丁目25番5号
ニッセイ五反田アネックス

電話 03-5436-2771（代）

新YDSシリーズ一覧表

シリーズ名	特 徴	出力電圧	出力電流	RoHS対応
YDSVR3	超小型品	5V, 12V	0.4A	○
YDSV100T	薄型(ハーフインチ)	3.3V, 5V, 12V	1.0A	○
YDS300N	新パッケージモデル	3.3V, 5V, 12V, 24V	3.0A	○
YDSV500	大電流5A品	3.3V, 5V, 12V, 24V	5.0A	○
YDS-812	高効率大電流8A品	12V	8.0A	○
YDNVR5/100	マイナス出力	-5V, -12V	0.5A/1A	○



秩父営業 〒369-1412 埼玉県秩父郡皆野町皆野1632 TEL 0494-62-3732 FAX 0494-62-3731
 大阪営業所 〒540-0036 大阪市中央区船越町1-3-4ツリモント宝永 TEL 06-6945-0818 FAX 06-6943-8804
 本社営業 〒141-0031 品川区西五反田7-25-5ニッセイ五反田アネックス TEL 03-5436-2777 FAX 03-5436-2785
 工 場 秩父 / 新潟

本資料の内容は改良のため、無断で変更することがあります。ご使用の際は最新の資料をご請求下さい。