
Trial series
T2001C 48V / 5Apeak
Low Voltage Inverter Unit
Users Manual

Index

1.	はじめに.....	3
1.1.	はじめに.....	3
1.2.	適用ユーザー.....	3
1.3.	注意事項.....	3
1.4.	警告事項.....	4
2.	インバータ概要.....	6
2.1.	特徴.....	6
2.2.	インバータブロック図.....	6
2.3.	T2001C 仕様.....	7
3.	各回路ブロックの注意事項.....	8
3.1.	電流検出回路のオペアンプの選択.....	8
3.2.	電流検出回路のフィルター.....	9
3.3.	ワンシャント電流検出時の改造箇所.....	10
3.4.	主回路過電流検出回路.....	10
3.5.	出力電圧検出回路.....	11
3.6.	CPU 電圧切り替え方法.....	11
3.7.	CPU カードとの接続情報.....	12
3.8.	主回路電圧が 22V 未満の場合・主回路と制御回路とを別電源にする場合.....	13
3.9.	電源入力端子の選択.....	14
4.	外部接続 T2001C.....	15
4.1.	Inverter AC output.....	15
4.2.	Inverter DC input.....	15
4.3.	USB connector for ICS++ (In Circuit Scope).....	16
5.	T2001B と T2001C との差異.....	17
5.1.	基本仕様の差.....	17
5.1.1.	ICS.....	17
5.1.2.	主回路電圧.....	17
5.1.3.	仮想中性点電圧 (CNB 16pin).....	17
5.1.4.	T6X5X 変換カード対応.....	17
6.	発注情報.....	18
6.1.	型番一覧.....	18

1. はじめに

1.1. はじめに

本ユーザーズマニュアルは、T2001C 低電圧インバータユニット用です。

このインバータは、永久磁石型同期モータや誘導電動機のモータ制御用に使用することを目的に設計されています。ただし、モータの特性、パラメータ、要求仕様の違いによりモータを駆動できない場合もあります。センサー、電力、電圧、電流範囲などをご確認の上、ご購入していただけるようお願いいたします。

1.2. 適用ユーザー

本インバータは、製品の研究段階や試作段階用のインバータとして設計されています。

1.3. 注意事項

1. この資料に記載されたすべての情報は、本資料発行時点の物であり、予告なく変更することがあります。弊社製品のご購入およびご使用にあたりましては、必ず最新の資料を参照していただけるようお願いいたします。
2. 本資料に記載された弊社製品、技術情報の仕様に関連し発生した第三者の特許権、著作権、その他の知的財産権の侵害に関し、弊社は一切その責任を負いません。弊社は、本資料によって弊社または第三者の特許権、著作権、その他の知的財産権を許諾するものではありません。
3. 弊社製品の複製等を行わないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、インバータ製品の動作例、応用例を説明するための物です。お客様の機器の設計、実験において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの仕様に起因して、お客様または、第三者に生じた損害に関し、弊社は一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」その他、輸出関連法令を順守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続きを行ってください。本資料に記載されている弊社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、弊社製品および技術を国内外の法令および規制により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することはできません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すために慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りによる損害がお客様に生じた場合においても、弊社は、一切その責任をおいしません。
7. 本製品は、実験用として設計されています。特に、交通システム（自動車、電車、船舶）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全機器、医療機器、生命維持機器、航空機器、原子力制御機器などに使用なさないようお願いいたします。
8. 本資料に記載された弊社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他、諸条件につきましては、弊社提案範囲内でご使用ください。
9. 弊社は、弊社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、ある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。弊社製品は、耐放射線設計については、行っておりません。弊社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせない様、お客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全対策およびエージング処理等、機器またはシステムとしての保証をお願いいたします。特にマイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造、実験なされる最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。

9. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。

1.4. 警告事項



危険

- ・火災の恐れがあります。

インバータが発火、発煙、異音、その他異常を感じた場合には、インバータをすぐに停止してください。その後、インバータへ接続している電源を遮断し、内部の電解コンデンサに残っているエネルギーがなくなっていることを確認してから、負荷などを外してください。



危険

- ・感電のおそれがあります。

インバータには、通常時に、最大50V近い高電圧になる部分があります。運転中はもちろんのこと、運転後でも内部の高圧部に電圧がかかっていることがあります。運転後インバータを破損した場合など、内部に直接さわらないようにしてください。感電により、死亡または、重傷を負う危険があります。



危険

- ・失明のおそれがあります。

本インバータには、ケースがありません。インバータの内部が破裂した場合、内部のコンデンサに含まれる液体、破損した部品などが目に入り、失明する可能性があります。下の写真のような防護用のゴーグルを着用するようにしてください。



注意

- ・やけどのおそれがあります。

本インバータには、運転中、運転後は場合により100℃を超えるような高温になる場合があります。触れる場合には、細心の注意をはらうようにしてください。



注意

- ・ 運転中はファンを動作させるようにしてください。

本インバータには、内部を冷却するためのファンがありますが、インバータ運転中にファンを運転しないとインバータの温度が上昇し、インバータ破損、発火の原因となります。



注意

- ・ ソフトウェアを作成する場合、過電流、過熱など各種保護ソフトを先に作成してください。
- 本インバータには、ハードウェア単体でインバータを保護する機構がありません。CPUソフトウェアとCPUの内部機能を利用して保護する設計思想になっています。モータなどを運転するためのアプリケーションソフトを作成する前に、必ず、保護用のソフトウェアを作成するようにしてください。保護が働かない場合、インバータ破損、発火の原因となります。



注意

- ・ 高温、高湿度などの環境で動作させないでください。

本インバータには、実験用として設計されております。下記のような特別な環境で動作するように設計されていません。本説明書の動作環境からはずれた環境でお使いにならないようにしてください。故障、発火、破損の原因となります。

- ・ 振動・衝撃などがある環境
- ・ 腐食性ガス、可燃性ガス、湿度80%以上の環境
- ・ 高温、低温環境



注意

- ・ 本製品は、高電圧を取り扱います。高電圧の危険性を認識している方がお使いください。

本製品には、参考用の配線材などが同封されていますが、必ずしも、お客様の用途に合った配線材料とは限りません。かならず用途を確認してお使いください。

配線時には、危険をさけるため、電気を入れない状態で配線してください。

配線時には、濡れた手で扱わないようにしてください。



注意

- ・ 本製品の定格は、特定条件下で測定されたものです。

お客様がご使用になる入力電圧、出力電圧、出力電流、負荷条件、運転条件、温度環境などにより、扱うことのできる電力容量が大きく変化します。インバータが破損しないよう、温度、電流、電圧などをCPU、もしくは外部のセンサーなどで監視、保護するようにしてください。

2. インバータ概要

2.1. 特徴

本インバータユニットは、特に民生用機器の研究・開発用として設計されたものです。

T2001C の特徴

- ・ 安価な量産用の回路をベースとした非絶縁構成の Max DC48V 入力対応インバータ
- ・ ルネサスエレクトロニクス社製 CPU を各種選択可能（RL78G14, RL78G1F, RX23T, RX24T, RX71M など）
- ・ 量産を考慮して、CPU の空ピンを自由に使用できる回路構成
- ・ 量産を考慮した CPU 内蔵のハードウェア保護を利用した過電流検出回路に対応（CPU 依存）
- ・ DC バス電圧、3 相出力電流、3 相出力電圧 内蔵
- ・ 最大出力電流 5Apeak（参考データ）

2.2. インバータブロック図

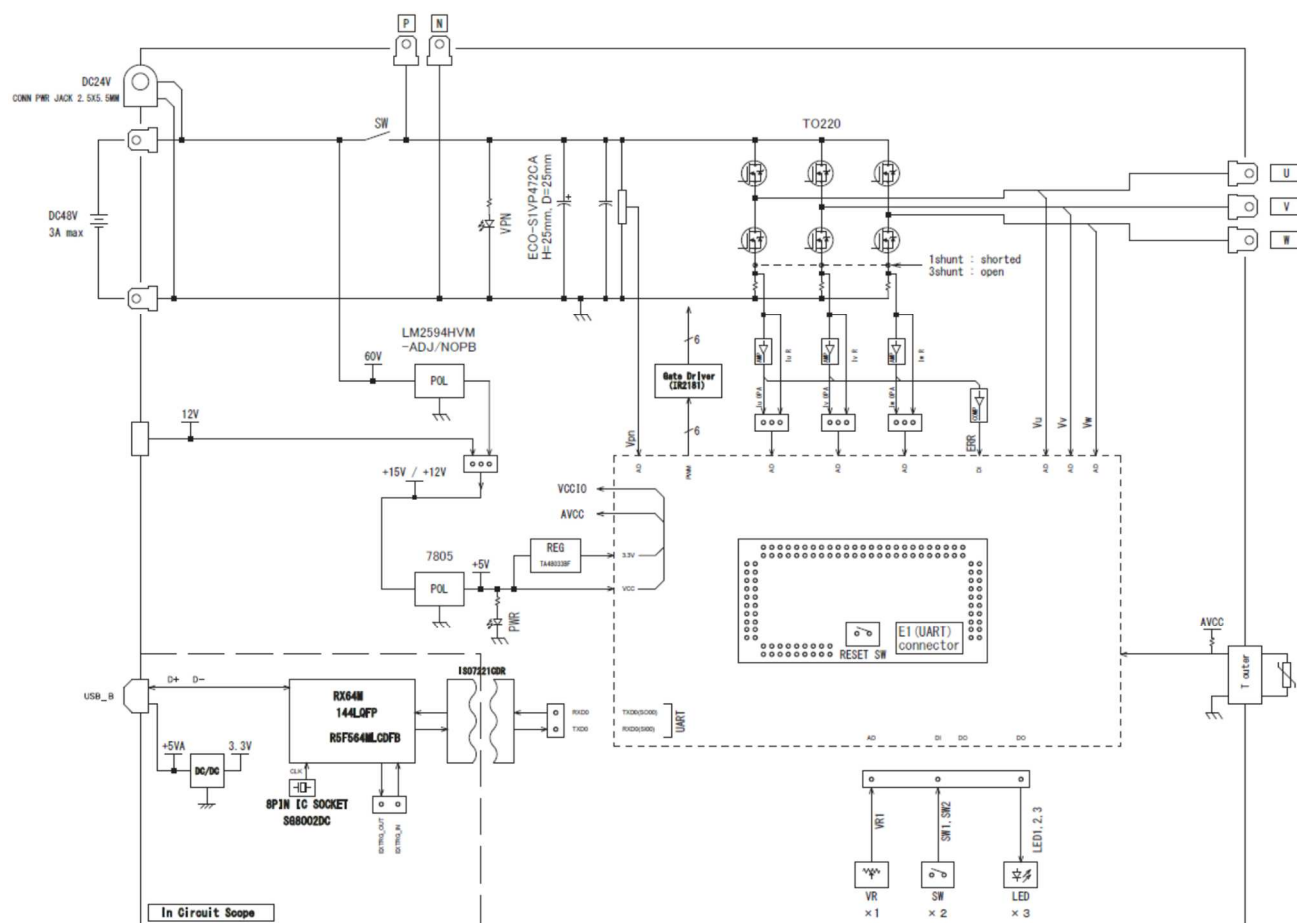


図 2.1. インバータブロック図

2.3. T2001C 仕様

項目	仕様	備考
使用温度範囲	0°C～35°C	
使用湿度範囲	90%以下(結露しないこと)	
外形寸法	T2001C : 150 x 250 x 85 mm	突起物を含まず
重量	0.5kg	
主回路入力電圧範囲	DC0V～DC48V	DC電圧入力が入18V以下の場合、別途制御電源が必要となります。
最大出力電力	100W/ 120VA DC48V 入力時	スイッチング周波数 15kHz 時
定格出力電流	AC 3A rms	スイッチング周波数 15kHz 時
スイッチング周波数	2kHz～20kHz	左記のデータは参考です。ソフトウェア、負荷などに依存します。
デッドタイム	1.0us	左記のデータは参考です。ソフトウェア、負荷などに依存します。
電流検出方式	3シャント方式	1シャント方式に改造可能
シャントレジスター	50mΩ	
主回路素子	RJK1008	RENESAS V _{ds} = 100V, I _d = 80A @25°C
制御電源	主回路電源から生成(非絶縁)	
主回路—制御回路間絶縁	非絶縁	
冷却	なし	
PFC コントローラ	なし	
温度センサー	なし	
IOS	機能制限版	・変数数値表示機能 32ch ・波形表示機能 Max 8ch (レコード長最長 1024pts)
ICS - 主回路間絶縁	あり	

※注意 各種最大値、定格値は、負荷の種類、入力電圧、周囲環境、空冷条件などによって変わることがあります。デスクトップラボでは、これらの定格値・最大値を全ての条件において保証するものではありません。実験環境、負荷環境などに応じて、お客様で保護をかけるようにしてください。

3. 各回路ブロックの注意事項

3.1. 電流検出回路のオペアンプの選択

三相電流検出回路の例を、W 相部分を切り出して説明します。他の相も同様です。電流検出回路は、オペアンプを介した出力と、直接出力の 2 通りの出力があります。2 つの出力は、JP3, JP4, JP5 のジャンパーで選択され、CPU ボードに接続されます。CPU の使用状況に従って、ジャンパーの設定をしてください。

AVcc = 5V 時

JP	1-2 Short, 2-3 Open		1-2 Open, 2-3 Short	
	出力	式	出力	式
JP3	Iu OPAMP 出力選択	$V_{out} = (10 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ $I_{in}=10A \rightarrow V_{out}=5V$ $I_{in}=0A \rightarrow V_{out}=2.5V$ $I_{in}=-10A \rightarrow V_{out}=0V$	Iu 直接出力選択	$V_{out} = (9 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ At 内蔵 OPAGain=5 $I_{in}=11.1A \rightarrow V_{out}=5V$ $I_{in}=0A \rightarrow V_{out}=2.5 V$ $I_{in}=-11.1A \rightarrow V_{out}=0V$
JP4	Iv OPAMP 出力選択		Iv 直接出力選択	
JP5	Iw OPAMP 出力選択		Iw 直接出力選択	

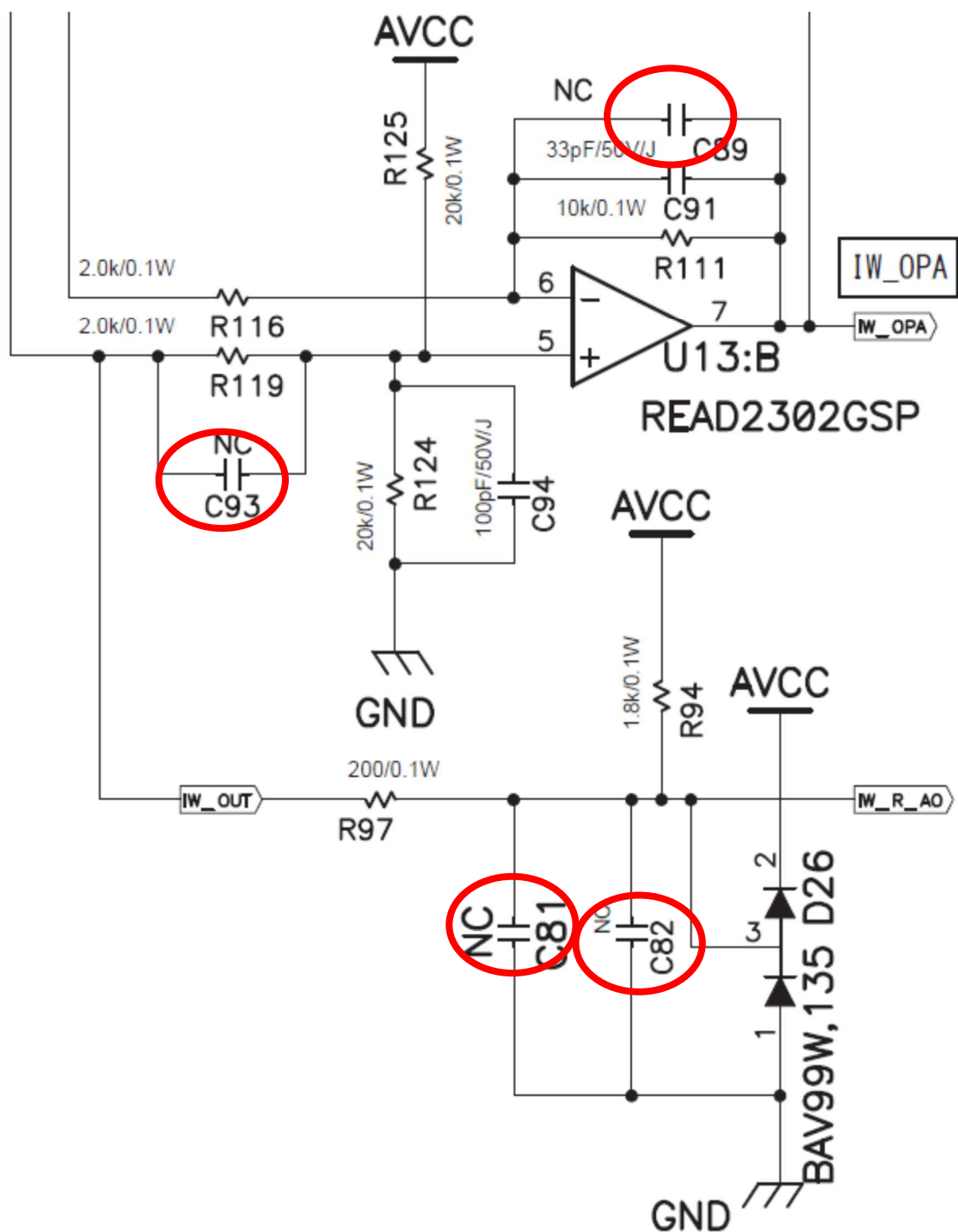
AVcc = 3.3V 時

JP	1-2 Short, 2-3 Open		1-2 Open, 2-3 Short	
	出力	式	出力	式
JP3	Iu OPAMP 出力選択	$V_{out} = (10 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ $I_{in}=6.6A \rightarrow V_{out}=3.3V$ $I_{in}=0A \rightarrow V_{out}=1.65V$ $I_{in}=-6.6A \rightarrow V_{out}=0V$	Iu 直接出力選択	$V_{out} = (9 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ At 内蔵 OPAGain=5 $I_{in}=7.33A \rightarrow V_{out}=3.3V$ $I_{in}=0A \rightarrow V_{out}=1.65 V$ $I_{in}=-7.33A \rightarrow V_{out}=0V$
JP4	Iv OPAMP 出力選択		Iv 直接出力選択	
JP5	Iw OPAMP 出力選択		Iw 直接出力選択	

3.2. 電流検出回路のフィルター

電流検出回路のフィルターは、用途や、ノイズ環境、スイッチング周波数、制御方法などにより、変更する必要が発生する可能性があります。本インバータでは下の回路図の W 相部分の様に、フィルターコンデンサ用のパターンが用意されています。実装済みのパターン、非実装のパターンの両方がありますが、用途によって、コンデンサの値を変更、未実装部分に新たに追加するなどを行い、調整をしてください。

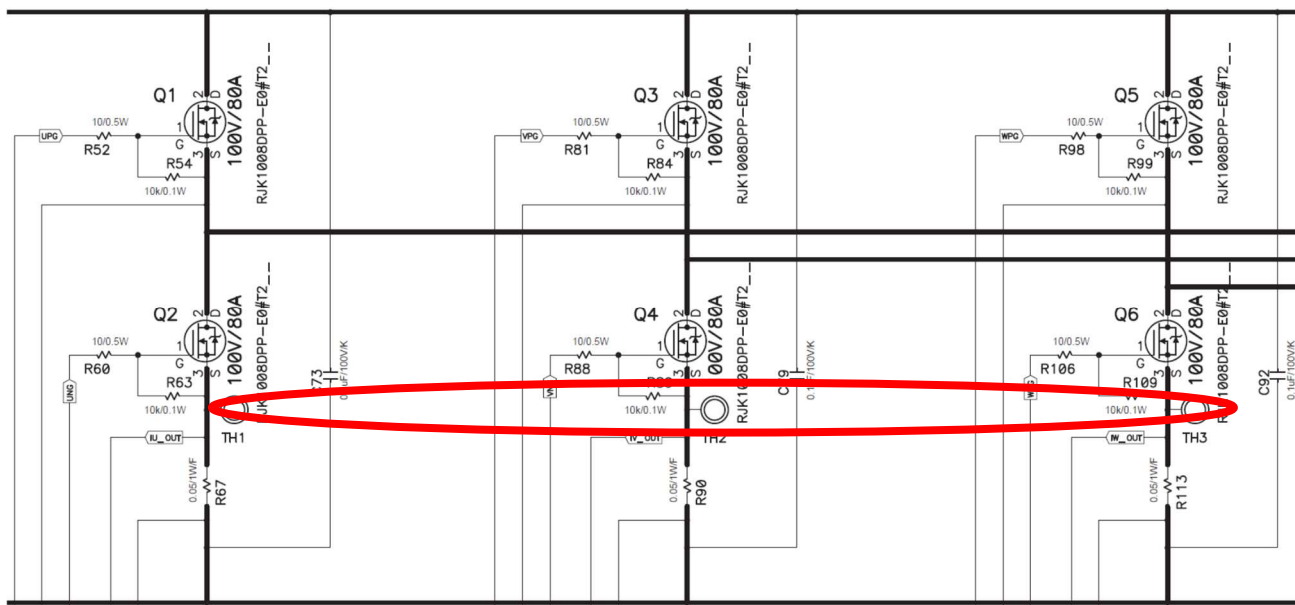
CPU ボード上の AD 入力にも CR フィルターが実装されています。この部分も影響するので、注意してください。



3.3. ワンシャント電流検出時の改造箇所

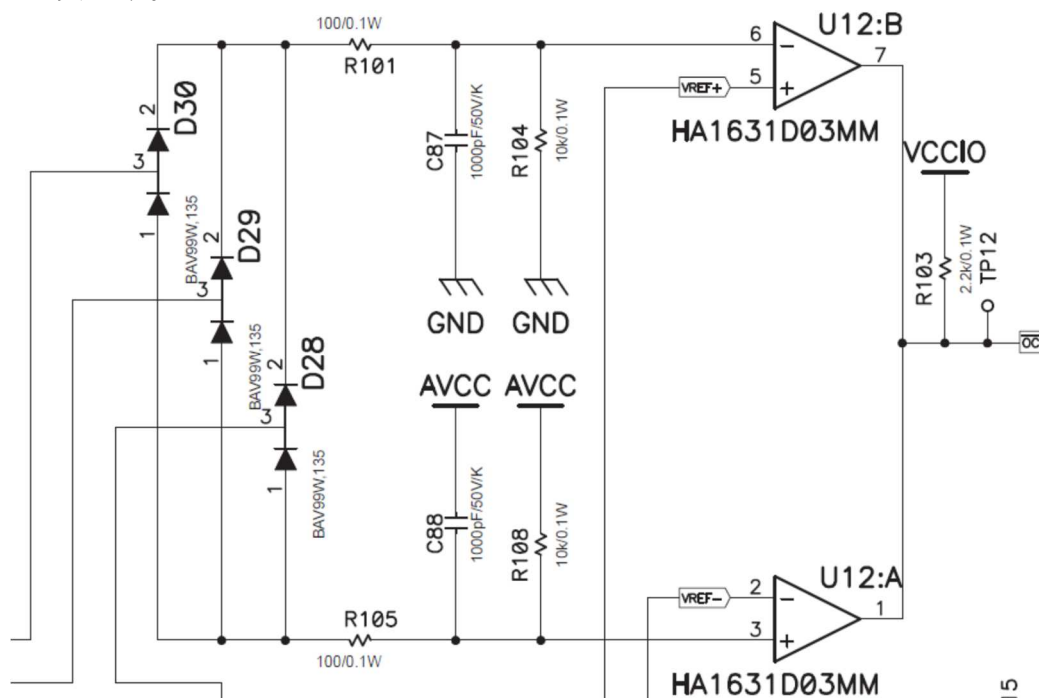
本インバータでは、三相電流検出は、3 シャント方式を前提としています。ただし、改造によりワンシャント電流検出方式にハードウェアとしては対応可能です。ワンシャント電流検出方式に対応する場合には、下図の TH1, TH2, TH3 部分を短絡してください。

また、この改造を行った場合には、電流検出抵抗の値が $1/3$ になってしまいます。このため、必要に応じて抵抗を交換する、取り外すなどを行い、適切な値に変更する必要があります。



3.4. 主回路過電流検出回路

本インバータでは、主回路の過電流検出回路として、外部にコンパレータを使った回路を採用しています。コンパレータの出力を CPU に入力しています。CPU の /POE や /INT に割り当てられているため、必要に応じて、ゲートブロック処理を行ってください。CPU によっては機能がないため、ハードウェアブロック機能を使用できない場合があります。



3.5. 出力電圧検出回路

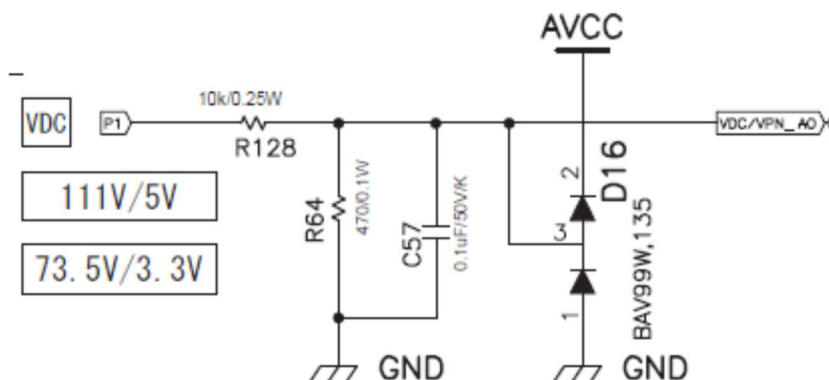
本インバータでは、DC リンク電圧、三相出力電圧の計 4 点の電圧検出回路を持っています。

AVcc = 5V 時

電圧	式
DC link	$V_{out} = \frac{0.47}{10k + 0.47} \times V_{in}$
U phase	
V phase	
W phase	Vin=111V -> Vout=5V Vin=0V ->Vout=0V

AVcc = 3.3V 時

電圧	式
DC link	$V_{out} = \frac{0.47}{10k + 0.47} \times V_{in}$
U phase	
V phase	
W phase	
	Vin=73.5V -> Vout=3.3V
	Vin=0V ->Vout=0V



3.6. CPU 電圧切り替え方法

CPU には、3.3V, 5V の物がありますが、本インバータは、CPU の種類に応じてインバータボードの制御用電圧 AVcc, Vio を自動的に切り替える機構が組み込まれています。従って、インバータボード、CPU ボードの双方に設定の必要はありません。

※切り替え方法、

インバータ側の、AD のオフセット電圧を決める AVcc、デジタル I/O の動作電圧を決める Vio は、CPU ボードより供給しています。つまり、5V 版の CPU ボードは、AVcc = 5V, Vio = 5V を供給し、3.3V 版の CPU ボードは、AVcc = 3.3V, Vio = 3.3V を供給するようにすることでインバータとの対応を行っています。ただし、今後の CPU については、これ以外の組み合わせで対応する可能性もあります。

3.7. CPU カードとの接続情報

本インバータは、DTL 製標準 CPU カード仕様に準拠した仕様になっています。以下に CPU カードとのピン対応表を示します。

CN-A Digital	Direction	STD Inverter	T5101 RL78/G14 64pin	T5102 RL78/F14 80pin	T5201 RX62T 100pin *1	T5205 RX23T	T5206 RX24T
1	To INV	-	P52	P44	PA2	P00	PA2
2	To INV	-	P53	P47	PA3	P01	PA1
3	To INV	PFC_G1	P54	P41	PD0	P31	PD7
4	To INV	VRL	P55	P42	PB3	PB4	PB3
5	To CPU	/FO	P137	P137	P70	P70	P70
6	To CPU	/INV_RES					P55_AN211
7	To INV	WN	P10	P30	P76	P76	P76
8	To INV	VN	P11	P16	P75	P75	P75
9	To INV	UN	P14	P120	P74	P74	P74
10	To INV	WP	P12	P17	P73	P73	P73
11	To INV	VP	P13	P15	P72	P72	P72
12	To INV	UP	P15	P125	P71	P71	P71
13	To CPU	(/SW1)	P05	P46	P91	P91	P80
14	To CPU	(/SW2)	P06	P45	P92	P92	P81
15	To CPU	5V	5V	5V	5V	5V	5V
16	To CPU	5V	5V	5V	5V	5V	5V
17	To CPU	GND	GND	GND	GND	GND	GND
18	To CPU	GND	GND	GND	GND	GND	GND
19	To CPU	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V
20	To CPU	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V

CN-B Analog	Direction	STD Inverter	T5101 RL78/G14 64pin	T5102 RL78/F14 80pin	T5201 RX62T 100pin *1	T5205 RX23T	T5206 RX24T
1	To INV	AVCC	5V	5V	5V	5V	5V
2	To INV	AVCC	5V	5V	5V	5V	5V
3	To CPU	RSVIN2					
4	To CPU	RSVIN3					P43/AN003
5	To CPU	IU	ANI 0	ANI 2	ANI 000	AN000	AN100
6	To CPU	IV		ANI 4	ANI 001	AN001	AN101
7	To CPU	IW	ANI 1	ANI 3	ANI 002	AN002	AN102
8	To CPU	VPN	ANI 2	ANI 8	ANI 003	AN003	AN204
9	To CPU	TEMP(Vot)	ANI 7	ANI 10	ANI 0	AN007	AN205
10	To CPU	VU	ANI 3	ANI 5	ANI 101	AN004	AN201
11	To CPU	VV	ANI 4	ANI 6	ANI 102	AN005	AN202
12	To CPU	VW	ANI 5	ANI 7	ANI 103	AN006	AN203
13	To CPU	(VAC)	r ANI 16	ANI 9	ANI 1	AN016	AN207
14	To CPU	(IPFC)	r ANI 17	ANI 13	ANI 100	(AN017)	AN208
15	To CPU	(VR1)	ANI 6	ANI 11	ANI 2	AN017	AN209
16	To CPU	RSVIN1	ANI 19	ANI 12	ANI 3	-	AN210
17	To INV	VCCIO	5V	5V	5V	5V	5V
18	To INV	VCCIO	5V	5V	5V	5V	5V
19	To CPU	GND	GND	GND	GND	GND	GND
20	To CPU	GND	GND	GND	GND	GND	GND

3.8. 主回路電圧が 22V 未満の場合・主回路と制御回路とを別電源にする場合

本インバータは、制御電源を主回路から生成する構成をとっています。しかしながら、主回路が 18V 未満の場合、制御電源を生成することができません。そこで、主回路の電圧により、制御電源の供給方法を切り替えます。

A) 主回路と制御回路とを別電源にする場合

- 1) JP2 を 2・3 短絡に変更する。
- 2) CN2 の 1 ピンに 電源の+15V, 2 ピンに電源の GND を接続する。

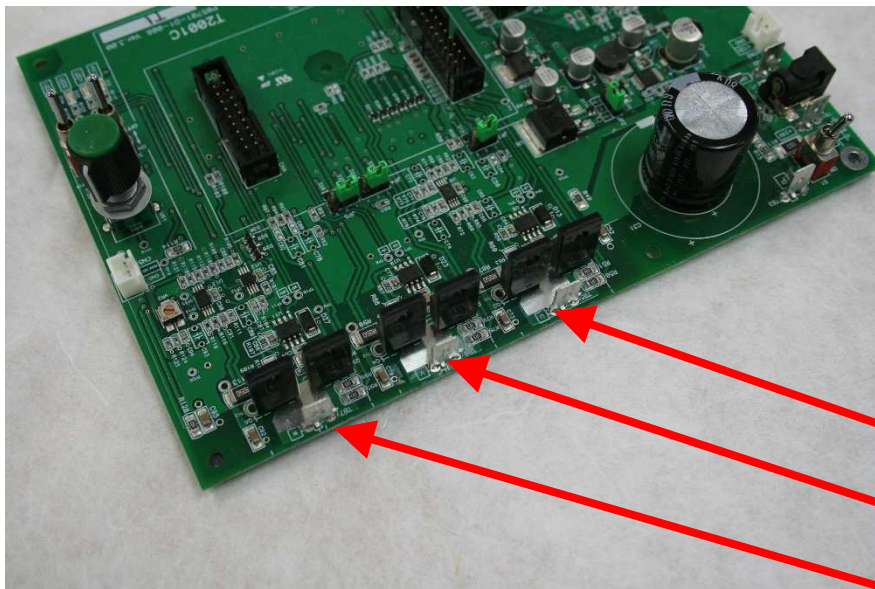
同様に、制御回路の電源を主回路と別にしたい場合にも上記の方法を使います。

B) 制御回路を主回路から生成する場合

- 1) JP2 を 1・2 短絡に変更する（出荷時デフォルト）
- 2) CN2 のコネクタを解放する。

4. 外部接続 T2001C

4.1. Inverter AC output

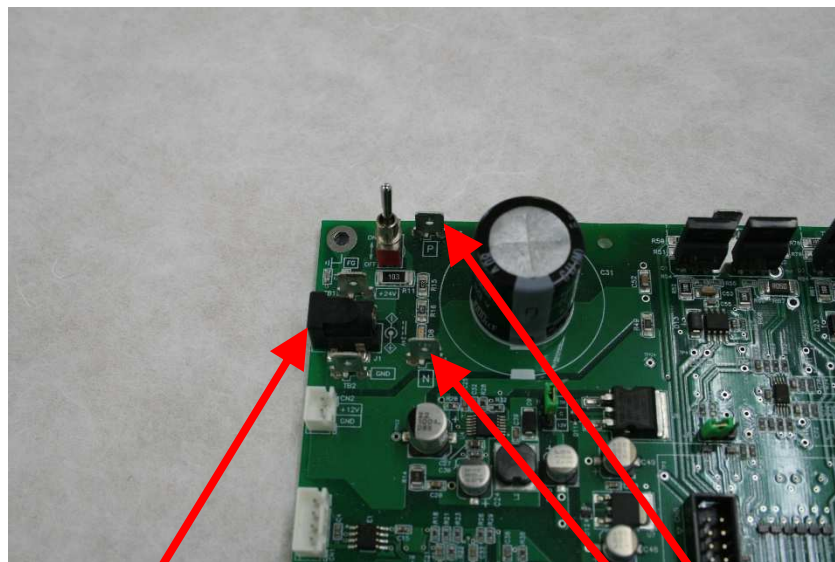


U phase output

V phase output

W phase output

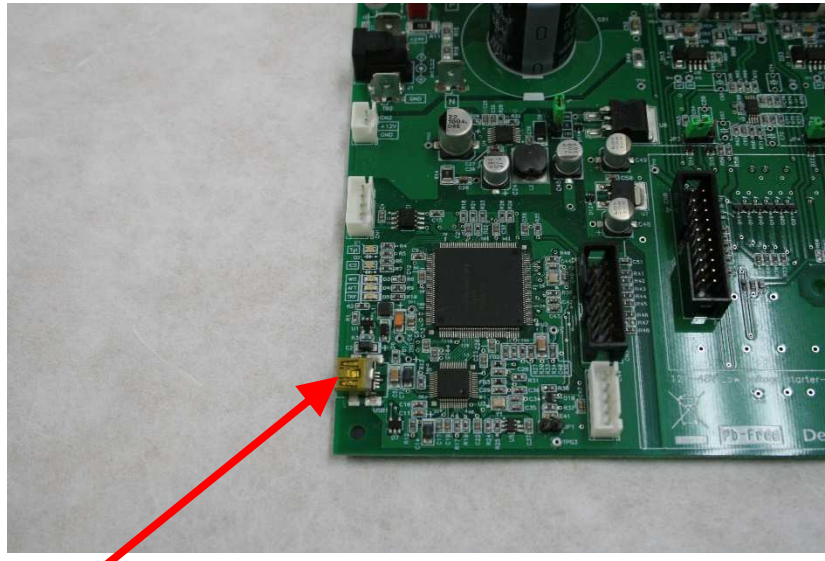
4.2. Inverter DC input



AC アダプター入力

DC 直接入力 TB3 and TB4

4.3. USB connector for ICS++ (In Circuit Scope)



Mini USB

5. T2001B と T2001C との差異

5.1. 基本仕様の差

5.1.1. ICS

T2001B の ICS では、通信レートが 1Mbps 固定でしたが、T2001C では、最大 8Mbps の可変レートをサポートしています。

5.1.2. 主回路電圧

T2001B の主回路は 24V まででしたが、T2001C では、48V までサポートしています。

5.1.3. 仮想中性点電圧 (CNB 16pin)

CNB 16pin にインバータの仮想中性点電圧を出力するように仕様を変更しています。これは、ルネサスエレクトロニクス様のモータスタータキットの仕様に互換性があるように変更しています。

5.1.4. T6X5X 変換カード対応

T2001C から T6X5X 変換カードに対応できるようになりました。これにより、T6209 (RX63T)、T6207(RX24T (B version)などの T6xxx シリーズの大型 CPU カードを接続できるようになりました。

6. 発注情報

6.1. 型番一覧

本製品は、指定オプションによって、下記のような構成の違いがあります。

型番	Inverter	FAN	CPU	ICS
T2001C	T2001C	NA	NA	Including ICS subset

Trial series T2001C Low Voltage Inverter Unit Users Manual

発行年月日 2018 年 2 月 6 日 Ver.1.00 JP

発行 デスクトップラボ株式会社
〒215-0032 東京都八王子市松木 3 5 - 7 倉庫付事務所 1 0 1