
Trial series
T2003C-A 1kW
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. T2003C-A 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..... | 10 |
| 3.3. ワンシャント電流検出時の改造箇所..... | 11 |
| 3.4. 主回路過電流検出回路..... | 12 |
| 3.5. 出力電圧検出回路..... | 13 |
| 3.6. CPU 電圧切り替え方法..... | 13 |
| 3.7. CPU カードとの接続情報..... | 14 |
| 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..... | 15 |
| 4. 外部接続 T2003C-A..... | 16 |
| 4.1. FAN power input..... | 16 |
| 4.2. Inverter AC output..... | 16 |
| 4.3. Inverter DC input..... | 17 |
| 5. 温度上昇データ T2003C-A..... | 18 |
| 5.1. 温度上昇データ..... | 18 |
| 6. T2003B-A と T2003C-A との差異..... | 19 |
| 6.1. T2003B / T2003C 差異..... | 19 |
| 6.1.1. T2003B-A..... | 19 |
| 6.1.2. T2003C-A..... | 19 |
| 7. 発注情報..... | 20 |
| 7.1. 型番一覧..... | 20 |

1. はじめに

1.1. はじめに

本ユーザーズマニュアルは、T2003C-A 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、通常時でも50V近い高電圧部分があります。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

- ・ケースの通気口をふさがない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通気口がありますが、この通気口をふさぐと冷却能力が減り、インバータ破損、発火の原因となります。



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。

T2003C-A 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 DC48V 入力対応インバータ
- ・ 弊社 Trial series 用 CPU を各種選択可能
- ・ 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
- ・ 最大電力 1kW 1.2kVA @DC48V 入力時（参考データ）
- ・ 実験に便利な、アクリル透明ケース、冷却 FAN 付

2.2. インバータブロック図

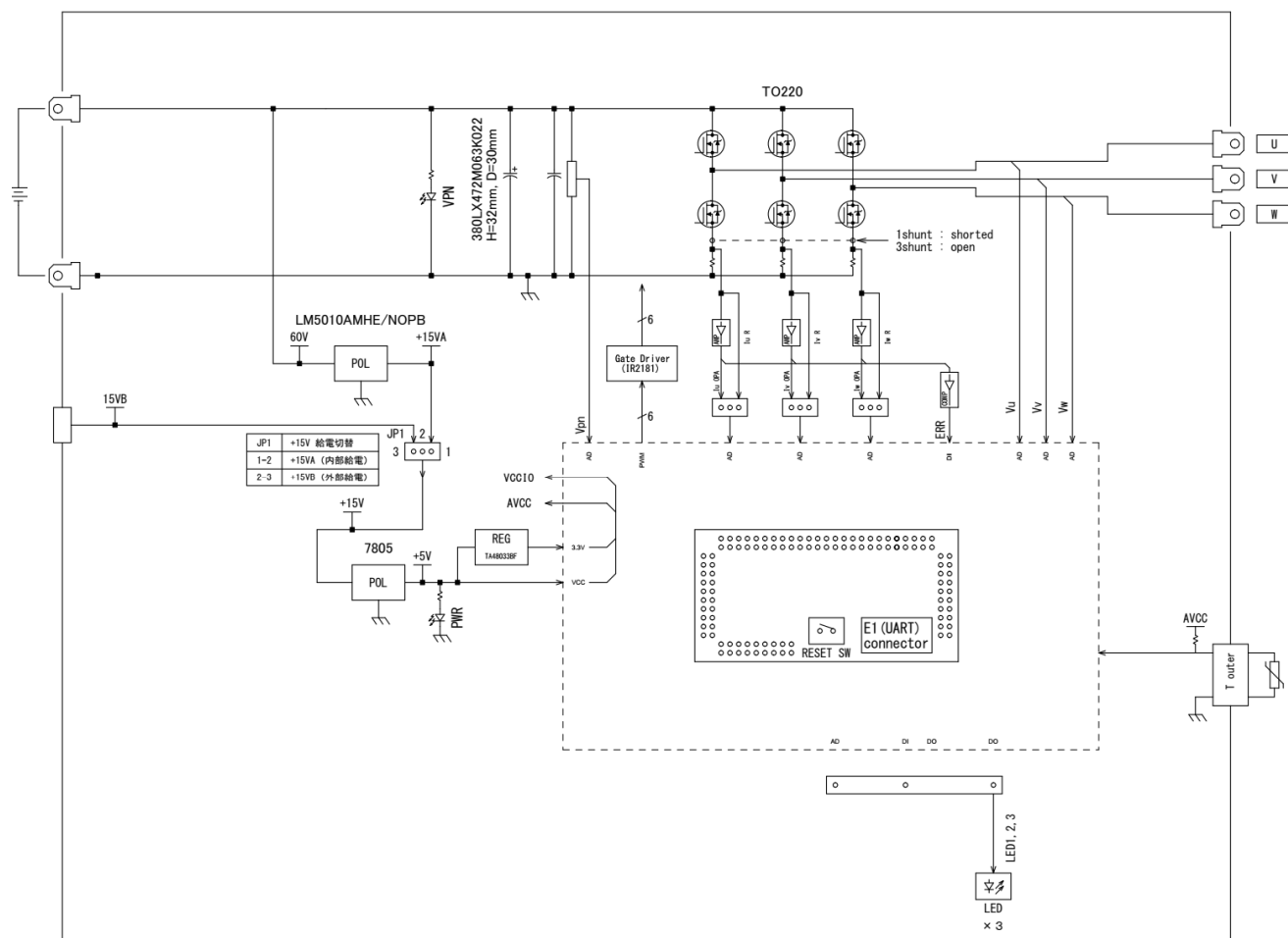


図 2.1. インバータブロック図

2.3. T2003C-A 仕様

| 項目 | 仕様 | 備考 |
|-------------|--------------------|--------------------------------------|
| 使用温度範囲 | 0℃～35℃ | |
| 使用湿度範囲 | 90%以下(結露しないこと) | |
| 外形寸法 | 280 x 210 x 180 mm | 突起物を含まず |
| 重量 | 2.6kg | |
| 動作入力電圧範囲 | DC12V～DC48V | DC 電圧入力 が 24V 以下 の場合、別途制御電源が必要となります。 |
| 最大入力電力 | 1kW DC48V 入力時 | DC24V 入力時は、0.5kW になります。 |
| 定格相電流 | 30Apeak | 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 | 1us 以上 | 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 | 5mΩ | |
| 主回路素子 | RJK1008DPP | RENESAS MOSFET 100V / 80A |
| 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 | DC ファンによる強制空冷 | |
| PFC コントローラ | なし | |
| DC バス電圧センサー | 抵抗分割による検出 | |
| 3相出力電流検出 | シャント抵抗による電圧検出 | |
| 3相出力電圧検出 | 抵抗分割による検出 | |
| 温度センサー | なし | |
| ICS | なし | |

※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

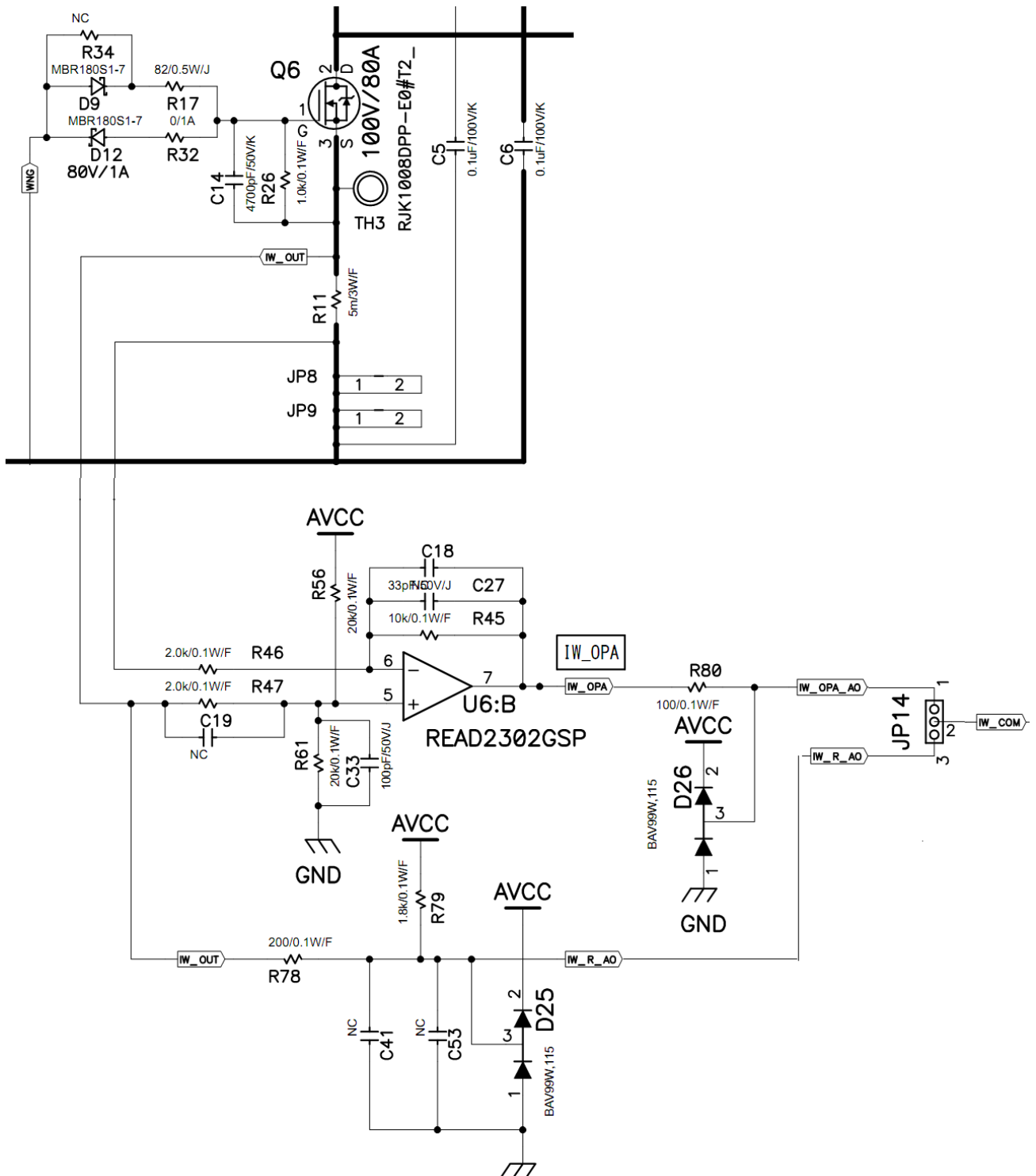
三相電流検出回路の例を、W 相部分を切り出して説明します。他の相も同様です。電流検出回路は、オペアンプを介した出力と、直接出力の2通りの出力があります。2つの出力は、JP12, JP13, JP14 のジャンパーで選択され、CPU ボードに接続されます。CPU の使用状況に従って、ジャンパーの設定をしてください。

T2003C-A $AV_{cc} = 5V$ 時

| JP | 1-2 Short, 2-3 Open | | 1-2 Open, 2-3 Short | |
|------|---------------------------|---|-----------------------|--|
| | 出力 | 式 | 出力 | 式 |
| JP12 | I _u OPAMP 出力選択 | $V_{out} = (10 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ I _{in} =100A → V _{out} =5V | I _u 直接出力選択 | $V_{out} = (9 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ At 内蔵 OPAGain=5 |
| JP13 | I _v OPAMP 出力選択 | I _{in} =0A → V _{out} =2.5V | I _v 直接出力選択 | I _{in} =111A → V _{out} =5V |
| JP14 | I _w OPAMP 出力選択 | I _{in} =-100A → V _{out} =0V | I _w 直接出力選択 | I _{in} =0A → V _{out} =2.5 V I _{in} =-111A → V _{out} =0V |

T2003C-A $AV_{cc} = 3.3V$ 時

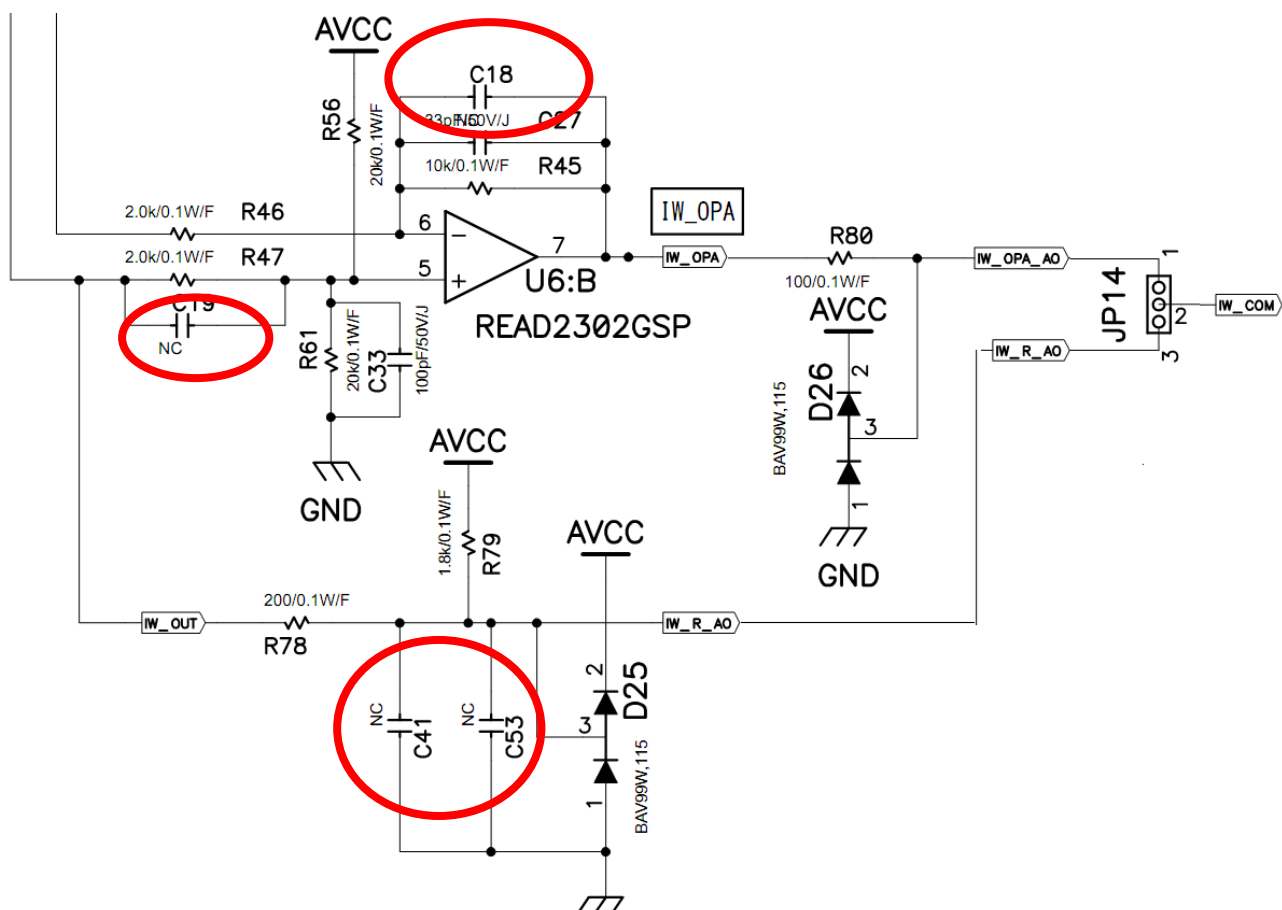
| JP | 1-2 Short, 2-3 Open | | 1-2 Open, 2-3 Short | |
|------|---------------------------|--|-----------------------|--|
| | 出力 | 式 | 出力 | 式 |
| JP12 | I _u OPAMP 出力選択 | $V_{out} = (10 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ I _{in} =66A → V _{out} =3.3V | I _u 直接出力選択 | $V_{out} = (9 * R * I_{in} + AV_{cc}) / 2$ At 内蔵 OPAGain=5 |
| JP13 | I _v OPAMP 出力選択 | I _{in} =0A → V _{out} =1.65V | I _v 直接出力選択 | I _{in} =73.3A → V _{out} =3.3V |
| JP14 | I _w OPAMP 出力選択 | I _{in} =-66A → V _{out} =0V | I _w 直接出力選択 | I _{in} =0A → V _{out} =1.65 V I _{in} =-73.3A → V _{out} =0V |



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。

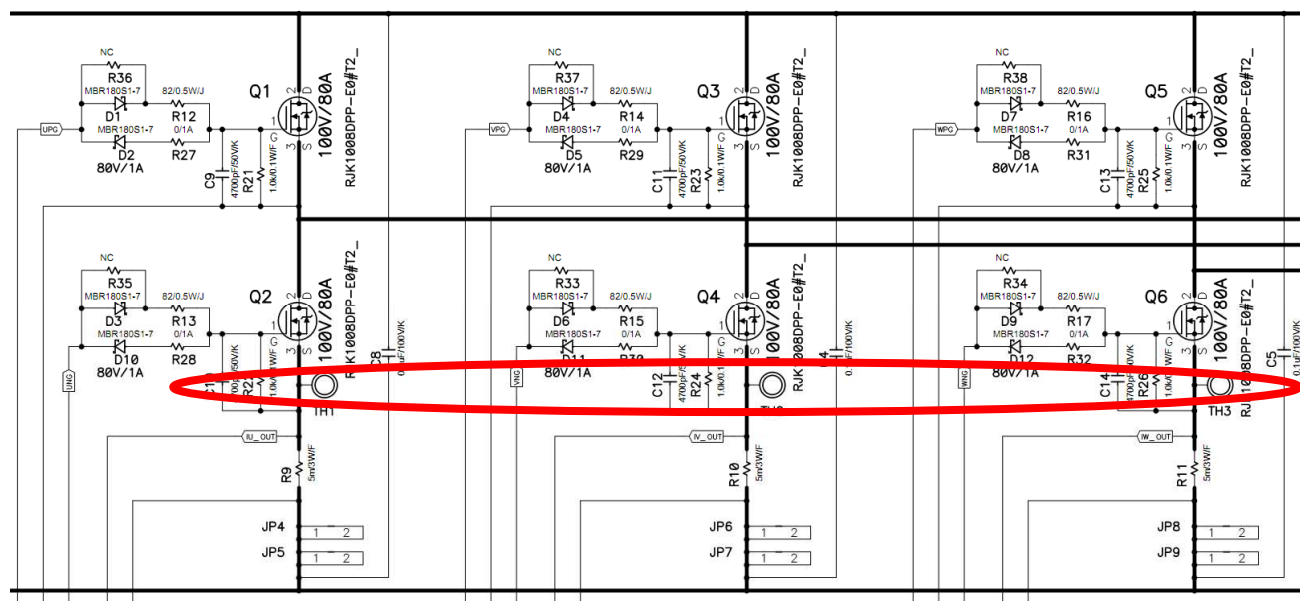
CPU ボード上の AD 入力にも CR フィルターが実装されています。この部分も影響するので、注意してください。



3.3. ワンシャント電流検出時の改造箇所

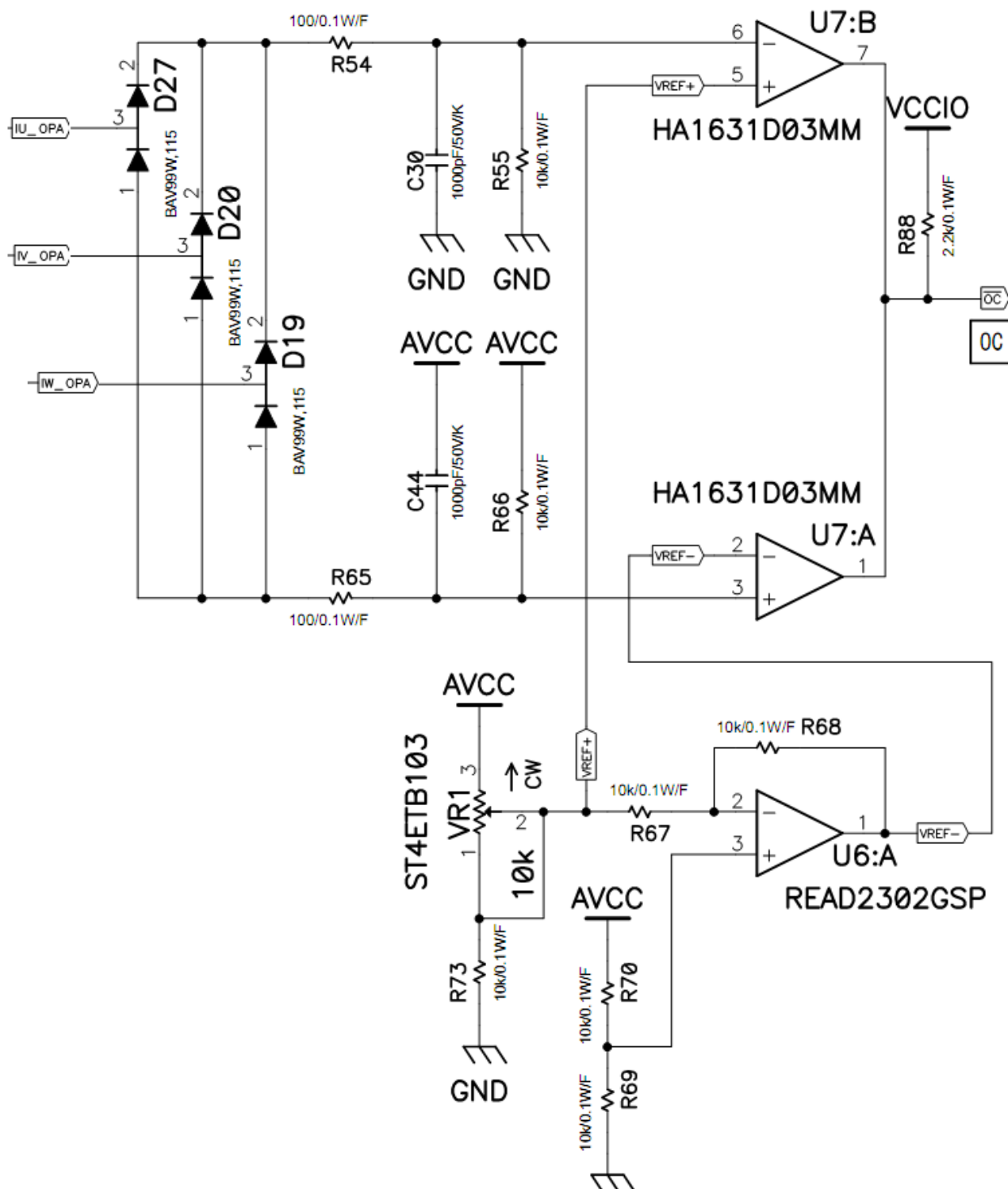
本インバータでは、三相電流検出は、3シャント方式を前提としています。ただし、改造により、ワンシャント電流検出方式にハードウェアとしては、対応可能です。ワンシャント電流検出方式に対応する場合には、下図の TH1, TH2, TH3 部分を短絡してください。

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

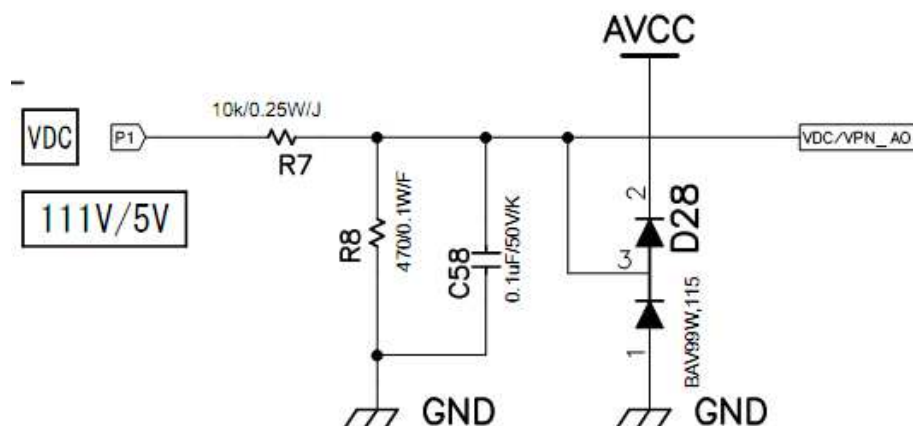
本インバータでは、DC リンク電圧、三相出力電圧の計 4 点の電圧検出回路を持っています。

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 | $V_{in}=111V \rightarrow V_{out}=5V$ $V_{in}=0V \rightarrow V_{out}=0V$ |

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 | $V_{in}=73.5V \rightarrow V_{out}=3.3V$ $V_{in}=0V \rightarrow V_{out}=0V$ |



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 | T5201 RX62T 100pin *1 | | T5101 RL78/G14 64pin | | T5102 RL78/F14 80pin | |
|-----------------|-----------|-----------------|--------------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|
| 1 | To INV | – | PA2 | | P52 | | P44 | |
| 2 | To INV | – | PA3 | | P53 | | P47 | |
| 3 | To INV | PFC_G1 | PD0 | | P54 | | P41 | |
| 4 | To INV | VRL | PB3 | | P55 | | P42 | |
| 5 | To CPU | /FO | P70 | | P137 | | P137 | |
| 6 | To CPU | – | | | | | | |
| 7 | To INV | WN | P76 | | P10 | | P30 | |
| 8 | To INV | VN | P75 | | P11 | | P16 | |
| 9 | To INV | UN | P74 | | P14 | | P120 | |
| 10 | To INV | WP | P73 | | P12 | | P17 | |
| 11 | To INV | VP | P72 | | P13 | | P15 | |
| 12 | To INV | UP | P71 | | P15 | | P125 | |
| 13 | To CPU | | P91 | | P05 | | P46 | |
| 14 | To CPU | | P92 | | P06 | | P45 | |
| 15 | To CPU | 5V | 5V | | 5V | | 5V | |
| 16 | To CPU | 5V | 5V | | 5V | | 5V | |
| 17 | To CPU | GND | GND | | GND | | GND | |
| 18 | To CPU | GND | GND | | GND | | GND | |
| 19 | To CPU | 3.3V | 3.3V | | 3.3V | | 3.3V | |
| 20 | To CPU | 3.3V | 3.3V | | 3.3V | | 3.3V | |

| CN-B Analog | Direction | STD Inverter | T5201 RX62T 100pin *1 | | T5101 RL78/G14 64pin | | T5102 RL78/F14 80pin | |
|----------------|-----------|-----------------|--------------------------------|--|----------------------------|--------|----------------------------|--|
| 1 | To INV | AVCC | 5V | | 5V | | 5V | |
| 2 | To INV | AVCC | 5V | | 5V | | 5V | |
| 3 | To CPU | — | | | | | | |
| 4 | To CPU | — | | | | | | |
| 5 | To CPU | IU | ANI 000 | | ANI 0 | ANI 0 | ANI 2 | |
| 6 | To CPU | IV | ANI 001 | | | ANI 1 | ANI 4 | |
| 7 | To CPU | IW | ANI 002 | | ANI 1 | ANI 2 | ANI 3 | |
| 8 | To CPU | VPN | ANI 003 | | ANI 2 | ANI 3 | ANI 8 | |
| 9 | To CPU | TEMP(Vot) | ANI 0 | | ANI 7 | ANI 4 | ANI 10 | |
| 10 | To CPU | VU | ANI 101 | | ANI 3 | ANI 6 | ANI 5 | |
| 11 | To CPU | VV | ANI 102 | | ANI 4 | ANI 8 | ANI 6 | |
| 12 | To CPU | VW | ANI 103 | | ANI 5 | ANI 11 | ANI 7 | |
| 13 | To CPU | (VAC) | ANI 1 | | r ANI 16 | ANI 12 | ANI 9 | |
| 14 | To CPU | (IPFC) | ANI 100 | | r ANI 17 | ANI 13 | ANI 13 | |
| 15 | To CPU | (VR1) | ANI 2 | | ANI 6 | ANI 14 | ANI 11 | |
| 16 | To CPU | (RSV) | ANI 3 | | ANI 19 | ANI 15 | ANI 12 | |
| 17 | To INV | VCCIO | 5V | | 5V | 3.3V | 5V | |
| 18 | To INV | VCCIO | 5V | | 5V | 3.3V | 5V | |
| 19 | To CPU | GND | GND | | GND | GND | GND | |
| 20 | To CPU | 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22V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) JP11 : 1-2 を開放し、2-3 を短絡に変更する。
- 2) CN2 の1ピンに 電源の+15V, 2ピンに電源のGNDを接続する。

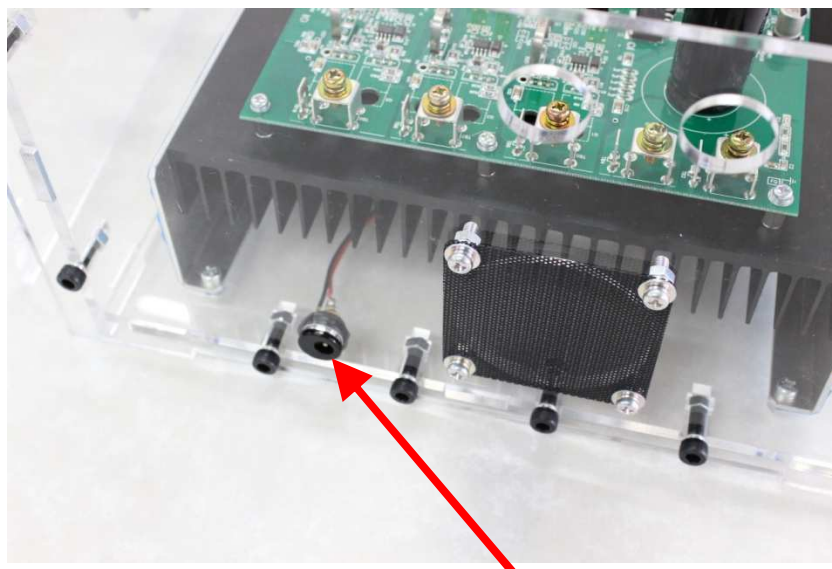
同様に、制御回路の電源を主回路と別にしたい場合にも上記の方法を使います。

B) 制御回路を主回路から生成する場合

- 1) JP11 : 2-3 を開放し、1-2 を短絡に変更する（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 T2003C-A

4.1. FAN power input



Connect 24V AC adaptor

4.2. Inverter AC output



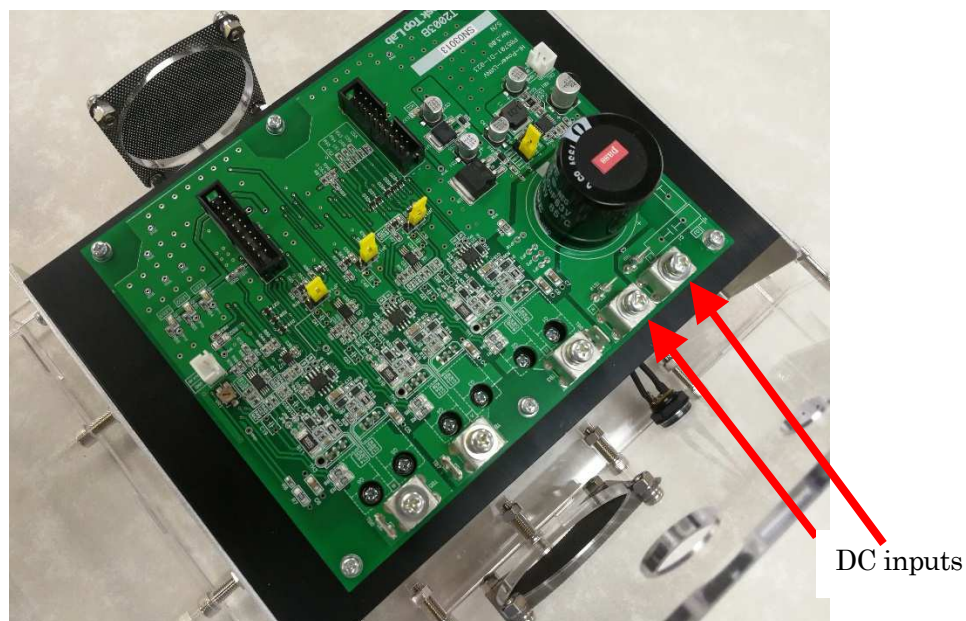
U phase output

V phase output

W phase output

ファストン端子の電流定格は、最大 20A です。これ以上の電流を流す場合には、端子台を使用してください。

4.3. Inverter DC input



ファストン端子の電流定格は、20A です。これ以上の電流を流す場合には、端子台の方を使用してください。

5. 温度上昇データ T2003C-A

5.1. 温度上昇データ

本インバータを入力電圧 DC16V、LR 負荷で電力をとった場合の温度データの例を示します。本データは、温度がほぼ安定した際の値です。ファンを止めてしまうと、きわめて高温になります。必ず FAN を動作させてください。

条件：

T2003 inverter + RX62T 100pin CPU card

気温 24℃

負荷 3相 LR 負荷

ファン ON (1 時間後)

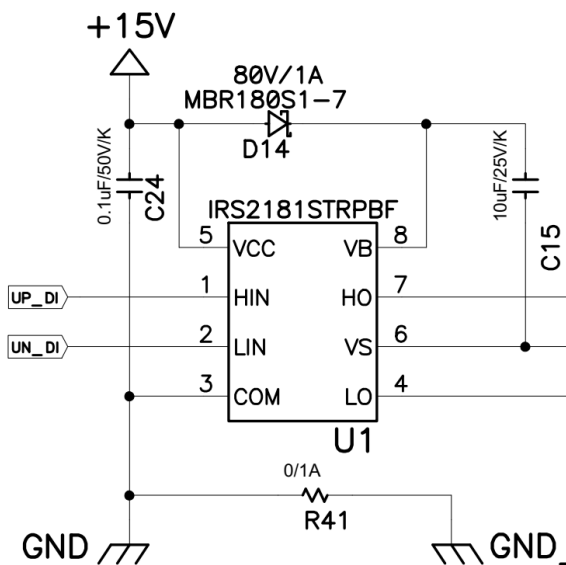
| 出力電流 | 出力配線 | ヒートシンク | ゲートドライ バー | ゲート抵抗 |
|----------|------|--------|--------------|-------|
| 23A peak | 61℃ | 37℃ | 62℃ | 68℃ |

6. T2003B-A と T2003C-A との差異

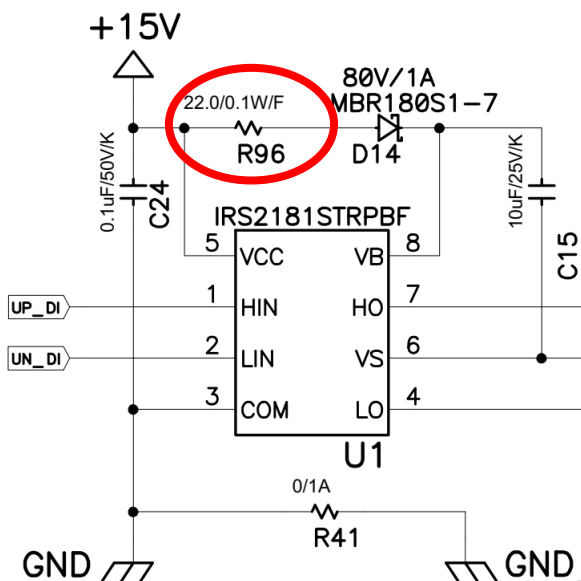
6.1. T2003B / T2003C 差異

T2003B/T2003C は、T2003C でブートストラップダイオードに直列に抵抗が挿入されている部分のみが異なります。

6.1.1. T2003B-A



6.1.2. T2003C-A



7. 発注情報

7.1. 型番一覧

本製品は、下記のオプションが存在しています。

| 型番 | |
|---------------|---------------------------|
| T2003C-A | 標準品 |
| T2003C-A-BEMF | 高速 BEMF センサレス対応品（カスタム仕様品） |

Trial series T2003C-A Low Voltage Inverter Unit Users Manual

発行年月日 2020 年 11 月 10 日 Ver.1.00 JP

発行 デスクトップラボ株式会社
〒192-0362 東京都八王子市松木 3 5 - 7 倉庫付事務所 1 0 1