

トランジスタコントローラの 設計方法 改訂新版

端乃依三太郎 著

発行 Basie ebook

■ 著作権について

「トランジスタコントローラーの設計」PDF版（以下「本誌」という。）は、著作権で保護されている著作物にあたります。本誌の取り扱いについては、下記の点にご注意ください。

1. 本冊子の著作権は、Basie ebook 端乃依三太郎にあります。
2. 本誌は、書面による事前許可なく、本誌の一部または全部を印刷物、電子ファイル、ビデオ、テープレコーダー、ホームページ等のあらゆる手段による複製、流用、転載、翻訳、転売（オークションを含む）等を行うことを禁止します。

■ 使用の許諾

本許諾は、本誌を購入した個人又は法人が本誌を受け取り、ファイルを開いた時点で以下の事項について合意したものと見なして購入者の使用を許可するものです。

禁止事項

第1 本誌に含まれる情報は、著作権法によって保護されています。本誌の一部又は全部を著作権者との書面による事前許可なく、印刷物、電子ファイル、ビデオ、テープレコーダー、ホームページ等のあらゆる手段による複製、流用、転載、翻訳、転売（オークションを含む）等を行うことを禁止します。

第2 本誌を第三者に譲渡することは、有償無償を問わず固く禁止します。

第3 本誌は、専ら自らの趣味によるトランジスタコントローラーの製作に使用することを目的とし、事業用に商品として製作販売することを禁止します。

※各ファイルには固有のID及び固有のパスワードを設定しています。

■ 免責事項

本誌の情報については、十分な校正を行っておりますが、本誌の情報に基づいて製作したトランジスタコントローラー等によって購入者に何らかの損害が発生したとしても、著作権者は一切の責任を負いません。

目次

- 1-1 はじめに
- 1-2 トランジスタの基礎知識
- 1-3 トランジスタの2段増幅回路

- 2-1 パワートランジスタの選び方
- 2-2 ドライブトランジスタの選び方
- 2-3 パワートランジスタの並列接続

- 3-1 超簡単トランジスタコントローラー
- 3-2 ベーシックなトランジスタコントローラー
- 3-3 5Aの本格的トラコンの回路図
- 3-4 TRコントローラーを設計する際に注意すること
- 3-5 最後に

1-1 はじめに

トランジスタコントローラーが日本で初めて紹介されたのは、昭和40年ごろと記憶しています。趣味誌などに何度も作り方が紹介され、私が第1号機を製作したのは平成元年ごろでした。

相当の年月を経た今も、トランジスタコントローラーの魅力はつきません。しかも、自分で設計して自分で製作したオリジナルのコントローラーで運転するのは格別です。

本物のマスコンのようにノッチを入れるとゆっくりと力行を始め、ノッチオフで惰行し、ブレーキ操作でゆっくりと減速する。ねらった位置にぴたりと止める醍醐味。

16番でも9mmゲージでも、一度この楽しさを味わうとトランジスタコントローラーはやめられません。これが今でも根強い人気の秘密でしょう。

趣味誌の製作記事は、とても参考になります。でも、もうちょっと出力電流の大きなものが欲しいと思ったことはありませんか。市販には適当なものが見あたりません。

この設計方法では、単にトランジスタコントローラーの製作方法を述べるのではなく、トランジスタの基礎知識を理解したうえで、パワートランジスタの出力電流を自由に設計できるようになることを目的としています。

このほうがずっとみなさまのお役に立てると思うからです。これであなたは、好きな容量のコントローラーを作ったり、雑誌の製作記事の回路に工夫を加えて、ご自分の好みに作り替えることができるようになります。掲載した回路も、好きなように作り替えてみてください。

なお、オームの法則やコレクタ、ベース、エミッタなどの基礎的なトランジスタの知識、回路図におけるR、C、VRなどの意味はどうしても必要です。また、CQ出版社から発行されている「トランジスタ規格表」があるととても役に立ちます。トランジスタ規格表は古いものでもかまいませんので1冊お手元に置いておくことをおすすめします。

本書ではトランジスタコントローラーをTRコントローラーまたはトラコンと略したり、トランジスタをTRまたはQと表現することがあります。

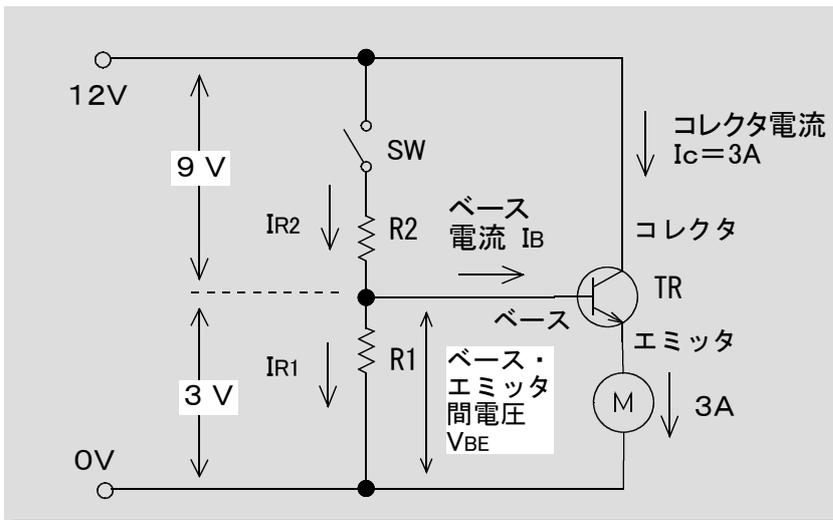
1-2 トランジスタの基礎知識

いきなり回路図が出てきますが、決して腰が引ける必要はありません。
この回路さえ理解できれば大丈夫です。オームの法則しか使いません。
オームの法則は、 $E(\text{電圧}) = I(\text{電流}) \times R(\text{抵抗})$ でしたね。

本誌をご覧になる方なら、トランジスタの種類がわかる程度の知識はおそらくお持ちでしょう。トランジスタには、2SAや2SBタイプと2SCや2SDタイプの2種類があり、前者はPNP型、後者はNPN型と言います。端子には、コレクタ、ベース、エミッタという名前が付いていること。PNP型はエミッタがプラス、NPN型はエミッタがマイナスであること。一応、この程度の知識はお持ちであることを前提に説明を進めます。

パソコンでいえばダブルクリック、ドラッグ & ドロップのような知識です。ご自身でネットで知識を得るのも簡単ですので、これらの説明は省略いたします。

第1図



それでは第1図をご覧ください。

これは、スイッチSWをONにするとモーターMが回るドライブ回路です。

トランジスタの特性のひとつに、ベース・エミッタ間に電圧をかけると、コレクタ・エミッタ間に電流が流れるという性質があります。これを利用してモーターのON、OFFをさせようというのがこの回路なのです。

難しい説明はしませんので、こんなものなんだという感じでお読みください。

ベース・エミッタ間に電圧をかけるということは、抵抗R1に流れる電流(I_{R1})によって、

R1の両端に電圧(VBE)が発生するということを利用してあります。E=IRを思い出してください。

それでは、モーターの駆動電流として3Aを流す場合のR1とR2の値を求めてみましょう。これが以降に説明するトランジスタコントローラーの設計にどうしても必要なのです。

トランジスタは、入手可能で安価な2SC3083(1個200円程度)とします。

トランジスタ規格表で2SC3083を見ると

Ic=6A
hfe=40
VBE=7V
Pc=60W となっています。

ポイント1

オームの法則 E=I×R
hfe=増幅率
VBE=ベース・エミッタ間電圧
Ic=コレクタ電流
Pc=コレクタ電力

(ポイント1参照)

さあ、お膳立てができました。

トランジスタは、ベースに0.6Vの電圧がかかったときにコレクタ・エミッタ間に電流が流れ始め、ベースに加わる電圧が約3Vになったとき、コレクタ・エミッタ間に流れる電流は最大になります。

(ポイント2参照)

ポイント2

TRがコレクタ電流を流し始めるのは、ベース・エミッタ間に0.6V以上の電圧(VBE)がかかったときです。

第1図をよく見比べながら読んでみて下さい。

この働きをうまく利用するのがTRコントローラーなのです。

ということは、ベース・エミッタ間の電圧を、0V~3Vに滑らかに変化してやれば、モーターに加わる電圧も0V~12Vに滑らかに変化するはずですよ。

第1図のような単純にON・OFFするだけの回路なら、R1の両端には3Vの電圧が、R2の両端には9Vの電圧がかかるように設計するのです。そうすると、3V+9Vで合計12Vになりますね。

これは、どんなトランジスタを使っても同じことです。覚えておきましょう。

それではR1とR2の値を計算します。

肝心なことは、R1の両端には3V、R2の両端には9Vですから、

R1:R2=3:9=1:3になることです。

たとえば、R1=100Ω、R2=300Ωや

R1=1kΩ、R2=3kΩのように。

では、どうやってR1とR2の値を求めるかです。
それには、次の三つの式を使います。

$$\text{ベース電流 } I_B (\text{A}) = \frac{\text{コレクタ電流 } I_c}{\text{直流増幅率 } h_{fe}} \quad \dots 1 \text{式}$$

$$R_2 (\Omega) = \frac{9(\text{V})}{\text{ベース電流 } I_B (\text{A})} \quad \dots 2 \text{式}$$

$$R_1 (\Omega) = \frac{R_2}{3(\text{V})} \quad \dots 3 \text{式}$$

頭が痛くなってきましたか？。一休みしてから次をどうぞ。

いま3Aの電流をトランジスタに流したいのですから、コレクタ電流 $I_c = 3(\text{A})$
2SC3083の直流増幅率 $h_{fe} = 40$ ですから、

$$\begin{aligned} &1 \text{式より} \quad \text{ベース電流 } I_B = 3 / 40 = 0.075(\text{A}) = 75\text{mA} \\ &\therefore 2 \text{式より} \quad R_2 = 9(\text{V}) / 0.075(\text{A}) = 120 \Omega \\ &\therefore 3 \text{式より} \quad R_1 = 120 / 3 = 40 \Omega \end{aligned}$$

というふうにあっけなく解けるのです。
いかがですか。思ったよりずっと簡単でしょう。

ということは、R1を40Ω、R2を120Ωとしてやれば、SWをONにするとモーターはフル回転で回り出します。

そこで、思い出してください。

それならR1を40Ωのボリュームにすれば、つまみの回転にあわせて滑らかにモーターの回転をコントロールできるはずです。

これが、トランジスタでモーターの回転数を制御する原理になります。

おさらいしますと、モーターに流したい電流とトランジスタの直流増幅率 h_{fe} から、1式よりパワートランジスタのベース電流を求め、このベース電流を2式に代入してR2の値を計算し、これを3で割ってR1の値を求めるというわけです。

ここで大切なことがあります。

それは、トランジスタに流す電流ばかりではなく、電力＝コレクタ損失 $P_c(W)$ に注意することです。

12V、3Aの電流を流せば $12 \times 3 = 36W$ の電力をトランジスタで消費します。

電力を消費するということは、発熱するということです。

2SC3083の P_c は60Wですから、12Vで3Aを流すには十分な余裕があることが分かります。ただし、相当に発熱しますから、トランジスタを十分な大きさの放熱器を取り付けることが必要になります。

普通は、コレクタ損失は、実際に消費する電力の約2倍～3倍の余裕をみた $P_c(W)$ とします。コレクタ電流には余裕があっても、ワット数でオーバーしないよう気を付けてください。

さあ、ここまでの基礎が分かればもう怖くありません。

ほとんどクリアしたも同然です。

第1図の回路が分かれば、自分の欲しい電流のパワーパックを製作できるのです。

このような回路は、アマチュア無線の安定化電源回路にも見られます。

100W機では30Aの電源が必要で、昔は自作もよく見られました。

たとえば、2N3055というパワートランジスタを10個並列にして13.8Vで100Aの出力を得る電源の製作記事がありました。

しかし、鉄道模型とアマチュア無線には大きな違いがあります。それは、模型はよくショート(短絡)するということです。

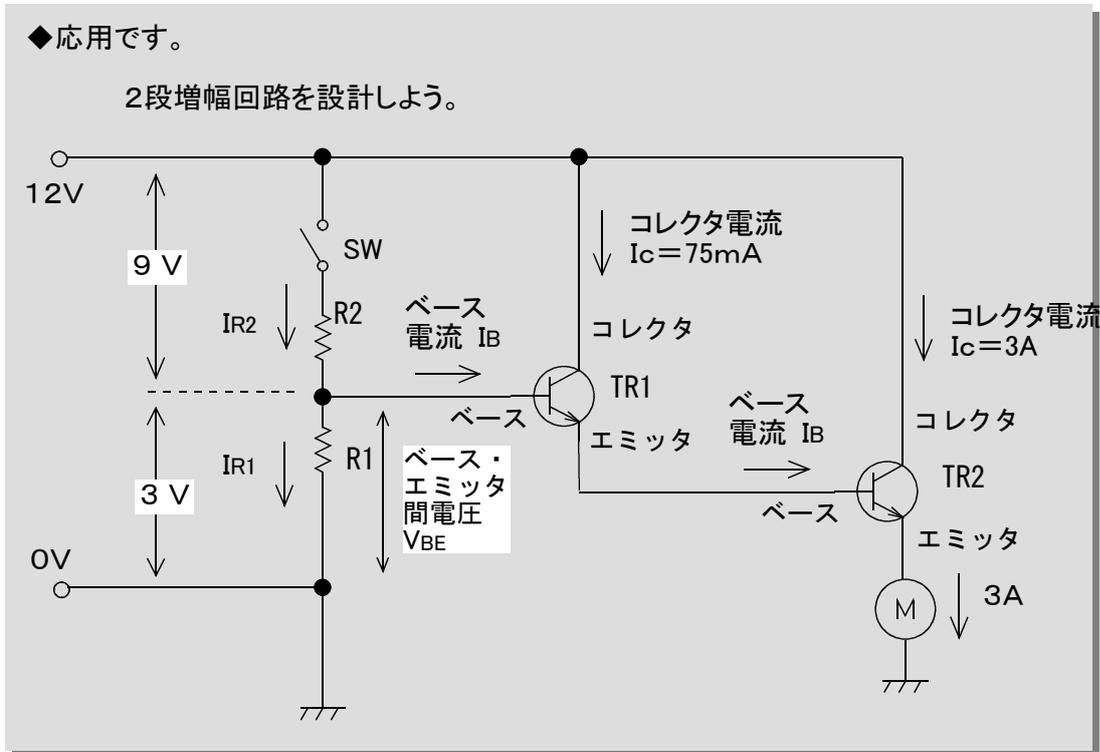
10Aのパワーパックを作って、それがショートしたらどんなに怖いことになるか。

どんな製作記事を見ても容量2～3A程度にとどめましようと思われている本当の理由はここなのです。

基礎はここで終わりです。一息ついたら、次は、トランジスタ2段増幅回路を考えてみましょう。

1-3 トランジスタの2段増幅回路

第2図



トランジスタが1個増えています。

大電流を流すトランジスタのことをパワートランジスタということがあります。

第1図のようなパワートランジスタ1個だけの1段増幅では、実際に作ってみると、ボリュームつまみの狭い範囲でしか速度調節ができません。第2図のように2段増幅することで、非常に滑らかに速度調節ができるようになります。

第2図では、パワーTR(TR2)は、 $P_c = 80\text{W}$ クラス、 $I_c = 6\text{A}$ 以上

パワートランジスタをドライブするドライブTR(TR1)は、 $P_c = 1\text{W}$ 程度、 $I_c = 200\text{mA}$ 程度のもので使いたいところです。

このあたりはだいたいの見当です。きちんとしたものではありません。

TR1の出力(コレクタ電流)が、TR2の入力(ベース電流)になるわけです。

各TRの選び方は、第2章を参考にして、CQ出版社のトランジスタ規格表を見て、ご自身で選んでみて下さい。

そんな無茶などと思われるかもしれませんが、難しくはありません。

これこそが、「自分で設計できるようになる」ということなのですから。

トランジスタ規格表は10年～20年前のものでも十分に使えますから、1冊備えておく
と便利です。

それに、直流電流の制御ですから、性能の高いものは必要なく、できるだけ安価なトラ
ンジスタで十分です。増幅率をかせぐために、用途はPA用のパワートランジスタを使い
ます。2SC****という番号がついていますが、番号が一つ違うだけで1個数千円もする
パワーTRもありますから、気をつけてください。

第2図の回路では、ドライブトランジスタTR1のベース電圧を制御することで、TR1の
出力をパワートランジスタTR2のベースに加え、TR2の出力電流を制御します。

考え方は同じで、TR1のベースに0～3Vの電圧をかけることで、TR2の出力電圧を
0～12Vに制御します。

ここでは、TR2は前述の2SC3083としますので、1～2章でした計算結果をそのまま
使います。

TR1は2SC2719(1個70円程度)を使ってみます。TR規格表を見ると、

$$P_c = 600\text{mW}$$

$$I_c = 300\text{mA}$$

$$h_{fe} = 200 \text{ となっています。}$$

R1の両端には3Vが、R2の両端には9Vがかかるのでしたね。

そして、TR1のコレクタ電流 I_c は、TR2のベース電流と同じにするのです。

TR2のベース電流は、1～2章で行った計算では75mAでしたね。

したがって、TR1のコレクタ電流 $I_c = 75\text{mA}$ として設計します。

そこで、TR1のベース電流は、1～2章の計算のとおり、

$$I_c / h_{fe} = 0.075 / 200 = 0.375\text{mA} \text{ です。}$$

$$\text{したがって、} I_{R2} = 0.375\text{mA} \div 3 = 0.125\text{mA} \text{ となります。}$$

R2を求めます。

$$R_2 = 9(\text{V}) / 0.0004(\text{A}) = 22.5\text{k}\Omega \text{ となります。}$$

次に、R1は

$$R_1 = R_2 / 3 = 7.5\text{k}\Omega \text{ となります。}$$

ということは、R1を7.5 k Ω のボリュームにすればよいわけですね。

実際にはこんな中途半端な値のボリュームはありませんから最も近いものを使いま
す。R2は30k Ω の抵抗、R1は10k Ω のボリュームでしょうか。

以上のような具合に計算します。わかってみれば簡単ですね。

参考までに、同じパワーTRを2個並列にして、出力を6Aとしたのが次の第3図です。TR1の $I_c = 150\text{mA}$ (2個のTRに流すので2倍とします)とすればVR1とR2はどうなるでしょうか。

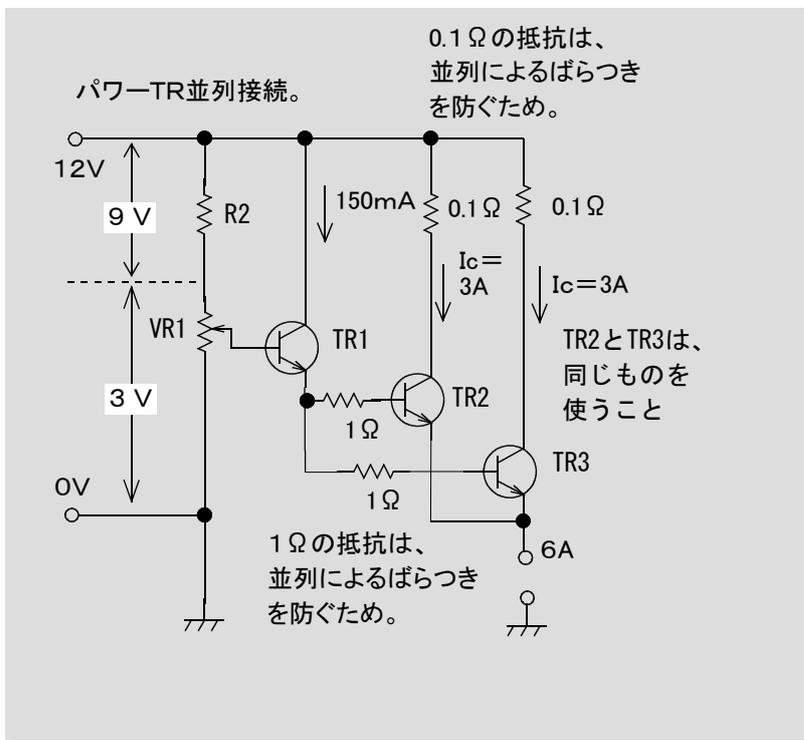
ひとつ、計算なさってみてください。

ただしTR1はやや大きめの2SC1567($I_c = 500\text{mA}$ 、 $P_c = 1.2\text{W}$ 、 $h_{fe} = 160$ 、1個120円程度)を使用します。

(答えは $R_2 = 3\text{ k}\Omega$ 、 $VR_1 = 1\text{ k}\Omega$)

また、もう1段増幅回路を増やして3段増幅にする方法もあります。

第3図



2-1 パワートランジスタの選び方

第2章です。

さあ、いよいよパワートランジスタの選び方をお教えします。

ここからは、CQ出版社のトランジスタ規格表が必要になります。

パワートランジスタを選ぶポイント

- ◆ I_c (コレクタ電流)が、設計したい出力電流の約2~3倍以上あること。

例えば、3Aの出力が必要なら、 I_c が7~8A程度のパワーTRをトランジスタ規格表から選びます。
5 Aの出力が必要なら、 I_c が15A程度のパワーTRを選びます。

- ◆ さらに、 V_{CB0} (コレクタ・ベース間電圧)が約30V以上で、かつ、 V_{EB0} (エミッタ・ベース間電圧)が、約5V以上のTRを選びます。ほとんどのものはクリアできるはずです。

- ◆ P_c (W)は、3Aの出力なら $12V \times 3A = 36W$ をTRで消費しますし、5Aの出力なら60Wを消費しますから、余裕を見て約3倍のW数が必要です。

36Wの消費なら $P_c = 100W$ 程度、60Wの消費なら $P_c = 150W$ 程度のもを選びます。

パワートランジスタの場合は、トランジスタ規格表で $P_c *$ と「*」印がついた方の欄で探してください。これは、放熱器にトランジスタを取り付けることを前提にしたW数になっています。

- ◆ 増幅率 h_{fe} は、100を目安にしてください。80~200程度のものなら使用できます。用途欄でPAと書かれたものを選べばよいです。SWと書かれたものは、スイッチング用ですから h_{fe} が小さすぎて使えません。

大体、以上のことを目安にしてトランジスタを選べば大丈夫です。

簡単でしょう？

価格は1000円以下の安価なもので十分です。

ショートすると簡単に壊れますから予備も持っておいた方がいいでしょう。

放熱器は、アルミ製のフィンが付いたタイプで、5cm×10cm程度のものでいいと思います。もちろんこれより大きいものでもかまいません。逆に、電流が1A~2A程度でいいなら、アルミシャーシに直づけでもかまいません。

トランジスタ規格表の P_c の欄は、放熱器なしで使用できるW数です。 $P_c *$ の欄は、無限大の放熱器に取り付けたときに使用できるW数です。無限大の放熱器は現実的ではありませんので、W数に余裕を持たせるのです。

それから、パワーパックの出力には、ヒューズかサーキットブレーカーを必ずつけましょう。ヒューズだと切れるたびに交換するのがとても面倒ですから、サーキットブレーカーが実用的です。たんねんに探せば模型に使用できる2A、3A、5Aといったものが市販されていると思います。

注意するのはこれだけです。とても簡単でしょう？。
次は、ドライブトランジスタの選び方です。

2-2 ドライブトランジスタの選び方

ここでは、ドライブトランジスタの選び方をお教えます。

ドライブトランジスタを選ぶポイント

- ◆ I_c (コレクタ電流)は、計算したパワーTRのベース電流の2~3倍程度のもの。

大雑把には、パワーTRの設計出力電流が3Aなら、ドライブTRの I_c は約100mA程度、5Aなら約200mA程度のものをトランジスタ規格表から選びます。

- ◆ V_{CBO} (コレクタ・ベース間電圧)は、パワーTRと同じく約30V以上で、かつ、 V_{EBO} (エミッタ・ベース間電圧)も同じく約5V以上のTRを選びます。

- ◆ P_c (W)は、計算したパワーTRのベース電流 \times 12Vで求めたW数の2倍程度のもの。

パワーTRのベース電流が30mAなら、 $0.03 \times 12 = 0.36$ Wですから、 $P_c = 500$ mW程度のものとします。

大雑把には、ドライブTRの I_c が100mA程度のものを選んだのならなら、 $P_c = 500$ mW程度、 I_c が200mA程度のものを選んだのならなら、 $P_c = 1$ W程度のものとします。

- ◆ 用途は何でもかまいませんが、増幅率 h_{fe} が100程度を目安とします。100~200のものならよいでしょう。 h_{fe} の小さいものは不適です。

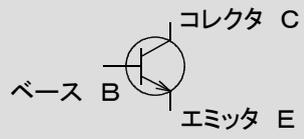
ドライブトランジスタの場合は、一般的に放熱器は不要です。

トランジスタ規格表であれこれと選ぶのもまた楽しいものです。

2SCタイプと2SDタイプは、同じ回路図のまま使用できますが、2SAタイプと2SBタイプはプラスマイナスの極性が逆になりますので、回路図の変更がご自身でできる方以外は、2SCタイプを選びましょう。

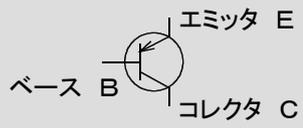
5A以上の大出力を望まれる方は、モトローラ製の2N3055というパワートランジスタが安価で大電流を流すのに適しています。これは構造的には2SCタイプです。放熱面積さえ大きくとれば、最大で1個10A程度まで大丈夫です。この場合は、ドライブトランジスタは2段増幅にしないと、このパワーTRを十分にドライブできないでしょう。

2SC、2SDタイプ



2SCタイプと2SDタイプは、エミッタがマイナス

2SA、2SBタイプ



2SAタイプと2SBタイプは、エミッタがプラス

2-3 パワートランジスタの並列接続

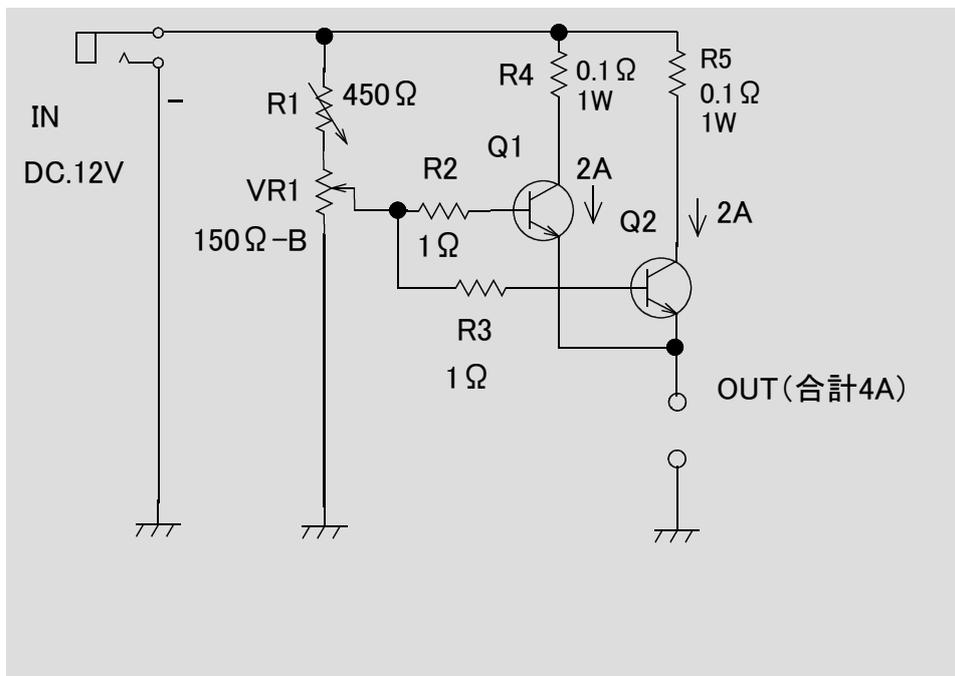
第2章も最後になります。

ここでは、パワートランジスタの並列接続をご紹介します。

手持ちのパワートランジスタを利用したいけれども、コレクタ電流が十分でないときや、十分な出力のパワートランジスタがどうしても入手できないときなど、パワートランジスタを2個並列にすることで大きな出力を得ることができます。

パワートランジスタは、必ず放熱器に取り付けます。

第1図



Q1,Q2とも2SC2423(1個260円程度)を使用しています。

2SC2423の規格は、

$$I_c = 5A$$

$$V_{CB0} = 80V$$

$$V_{EB0} = 5V$$

$$P_c = 40W$$

$$h_{fe} = 200 \text{ です。}$$

このトランジスタ1個だけでは出力2Aがせいぜいです。これを上の図のように2個並

列にすることで、合計4Aの出力を無理なく取り出すことができます。アルミの放熱板にパワートランジスタを2個並べて取り付けて放熱効果を上げます。

見た目もなかなか格好のよいものです。

2SC2423の場合は、ベース電流が10mAになりますので、2個並列では合計20mAとしてR1やVR1の値を計算すればよいだけです。

パワートランジスタを並列にする場合に注意することは、たとえ同じ型番のトランジスタでも特性にはばらつきがありますので、コレクタには上の図のように0.1Ω程度のセメント抵抗をつないでおくことです。

これがないと、どちらかのトランジスタだけに偏った電流が流れて、トランジスタを壊してしまうことがあります。0.1Ωの抵抗には2A流れますので、 $0.1 \times 2 \times 2 = 0.4$ Wの電力を消費しますから、1W程度のセメント抵抗や巻き線抵抗を使用します。

同じような意味で、ベースにも1Ω～10Ω 1/2W程度の抵抗を入れておく方がいいでしょう。これは保険です。

製作しようとするTRコントローラーのパワートランジスタを、上の第1図のように並列にするだけですから、どのような回路にも応用できますね。第2章はここで終了です。

3-1 超簡単トランジスタコントローラー（出力電流は自由に）

3章では、いろいろなトランジスタコントローラーを紹介します。

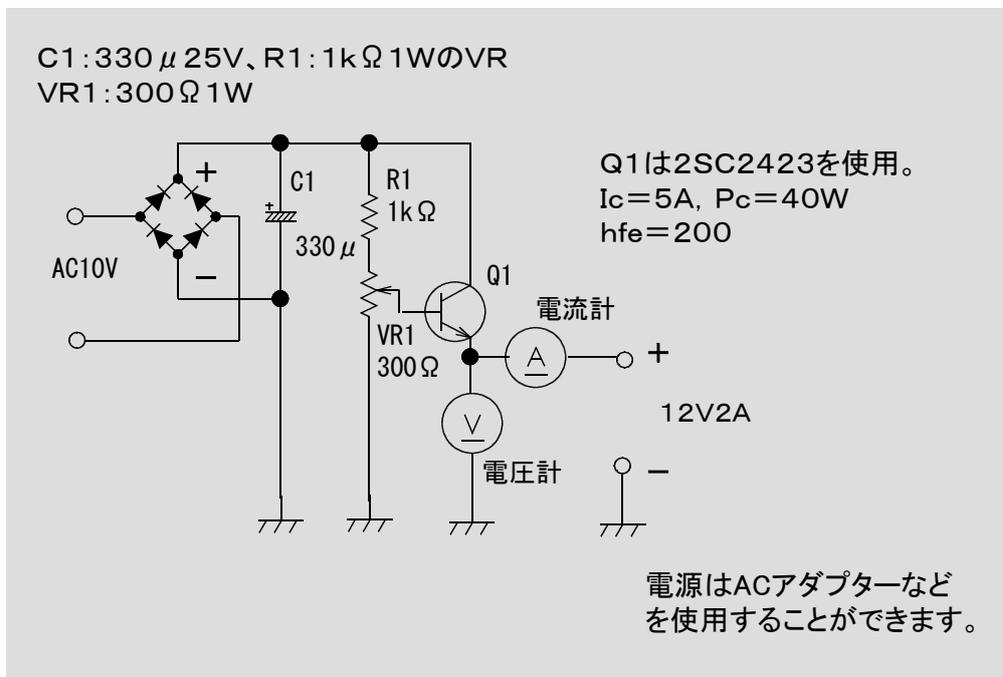
まず手始めに、超簡単なTRコントローラーを考えてみましょう。

第1図は、パワートランジスタだけで電圧を制御するものです。出力電流は2Aです。自動加速やブレーキはありませんが、とてもコンパクトに作れて実用性も十分あります。

パワートランジスタは、必ず放熱器に取り付けます。

作例程度のものなら、パワーTRをアルミシャーシに直接取り付けることでも大丈夫でしょう。

第1図



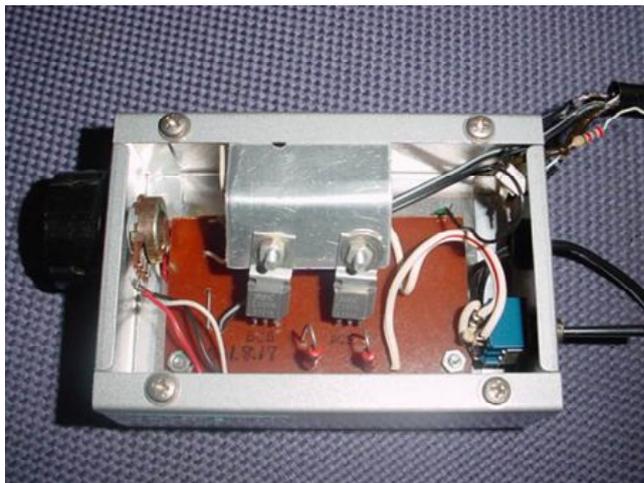
ここまでの記事をご覧になった方には、特に説明するまでもありませんね。

筆者は同様のTRコンをNゲージ用に20年以上使用しており、耐久性も問題ありません。電源トランスは、手持ちのACアダプターを使用しました。DC12V 1.5Aのもので

R1は、V_{EB}を3Vに保つためと、出力電圧が高すぎるときに調整するために半固定抵抗にしています。

Q1を好みの電流のものに変更し、VR1とR1を計算し直せば自由にアンペアを設定できます。

作例 大きさ7cm×10cm×4cm

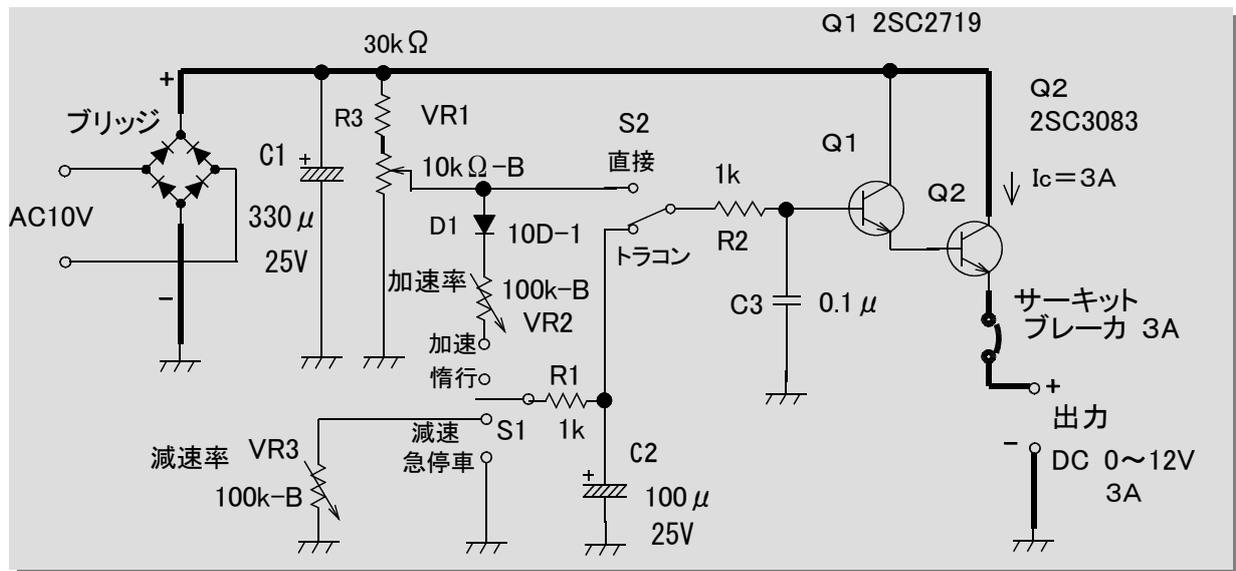


作例は、手持ちの小型のポワートランジスタを使用し、並列接続しています。出力1.5Aです。

3-2 ベーシックなトランジスタコントローラー 自動加速・減速付き（出力電流は自由に）

次に紹介するのは、自動加速・減速のついたベーシックなTRコントローラーです。
回路図は、相当以前に「日本放送出版協会」発行の「鉄道模型テクニック(絶版)」に
掲載されたものをアレンジしました。

第2図



部品表

ダイオード:3A以上のもの	R3:30k Ω 1/2W	S2:3Pトグルスイッチ
C1:330 μ 25V	VR1:10k Ω -B	Q1:2SC2719
C2:100 μ 25V	VR2:100k Ω -B	Q2:2SC3083
C3:0.1 μ マイカ	VR3:100k Ω -B	サーキットブレーカー:3A
R1:1k Ω 1/2W	D1:1A程度なら何でも可	トランス:AC10V3A
R2:1k Ω 1/2W	S1:4回路ロータリーSW	つまみ、ケースなど

この回路は実際に使用してみて、十分実用的な回路です。容量的にも不足はありません。

トランジスタは、現在入手可能なものに替えてあります。Q1とQ2のところは、今まで述べてきたことと同じなのがわかりますか？。このQ1、Q2とVR1、R3のところの基本部分です。

S2のスイッチで、直接とトラコンを切り替えています。直接側に切り替えれば、3-1章の超簡単コントローラーと同じように、VR1を回せば動力車は動き出します。

トラコン側に切り替えれば、S1のスイッチを加速に切り替えるとゆっくり動き出し、惰行に切り替えればそのままの速度で惰行し、ゆっくりとスピードは落ちていきます。減速に切り替えればブレーキが掛かり、急停車にすれば直ちに停車します。

太線のラインは大きな電流が流れるので、太めの配線をします。

S2をトラコン側にした場合の加速・減速の仕組みについて少し説明を加えます。

S1を加速に切り替えると、ダイオードD1を通った電流はR1を通過してコンデンサC2にゆっくり充電されます。このときC2の両端の電圧がゆっくり上昇し、R2を通過してQ1のベースに加えられます。そしてQ1のベースの電圧が0.6VをこえるとQ1が作動をはじめQ2のコレクタ電流が流れはじめます。すなわち動力車がゆっくりと走り始めるのです。

つぎに、S1を惰行に切り替えると、D1からの電流が流れなくなり、C2はそのままの電圧を維持するので、動力車は一定のスピードを保って走ります。実際には、C2はごくゆっくりと放電をはじめるので、列車のスピードは次第に落ちてきます。

S1を減速に切り替えると、C2に蓄えた電圧は、VR3を通過して放電されはじめます。このためQ1のベースにかかる電圧も下がり、列車もブレーキがかかったようにスピードが落ちるのです。S1を急停車に切り替えると、一気にアースに放電されるので列車も直ちに停車します。

トランスのことについて少し説明しましょう。

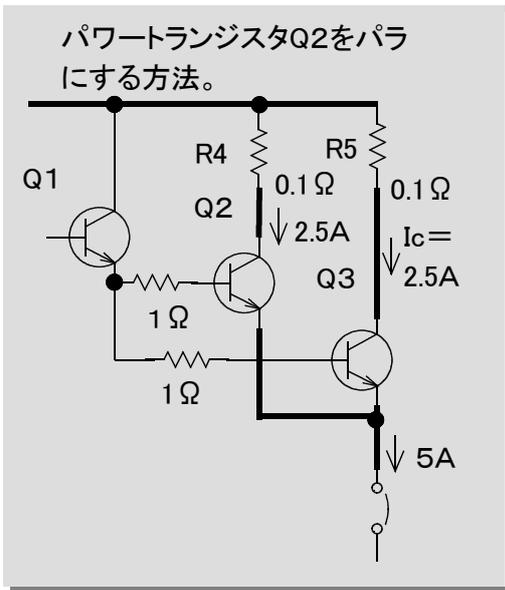
トランスはAC10V3Aの定格です。なぜ10Vなのかというと、ブリッジダイオードで整流し、コンデンサC1で平滑化すると $\sqrt{2}$ 倍の14Vになり、動力車を走らせると、ちょうど12V程度に下がるからです。

その他の部品については、S1は1回路4接点のロータリースイッチ、S2はトグルスイッチです。

加速率はVR2で調整しますが、好みの加速率が得られない場合は、コンデンサC2の容量を大きくしたり小さくしたりしてみます。

同じトランジスタ2SC3083を使って5Aのトラコンにするときの並列にする回路図を参考までに次に載せておきます

第3図



参考例 大きさ(11cm×18cm×H8cm)



3-3 5Aの本格的トラコンの回路図

さて、HO(16番)をメインにされる方は、やはり5Aの容量が欲しいのではないのでしょうか。そこで、ここではノッチ式の5Aのトラコンを紹介します。回路図は、以前に「機芸出版社」から発行された「鉄道模型趣味」に掲載されたものをアレンジしています。

回路図は次のページの第4図をご覧ください。

代表的なパワートランジスタ2N3055を使用しています。昔からあるけれど今でも現役のデバイスです。

$I_c = 15A$, $P_c = 115W$ というすごいパワーです。

パワートランジスタは、市販のアルミ製放熱器に取り付けます。最大5Aを出力します。

これは私はまだ製作していないのですが、成功のコツは、VR11以降のQ1、Q2、Q3の基本回路をしっかりと作って、VR11を手動でまわしたときに列車が滑らかに発進・加速・停止するところまで作ってしまうことです。ここまでできれば、あとは自動加速・惰行・ブレーキ回路を作っつけてつなげるだけです。出力電流が大きいので、誤配線には十分に気をつけてください。

部品表

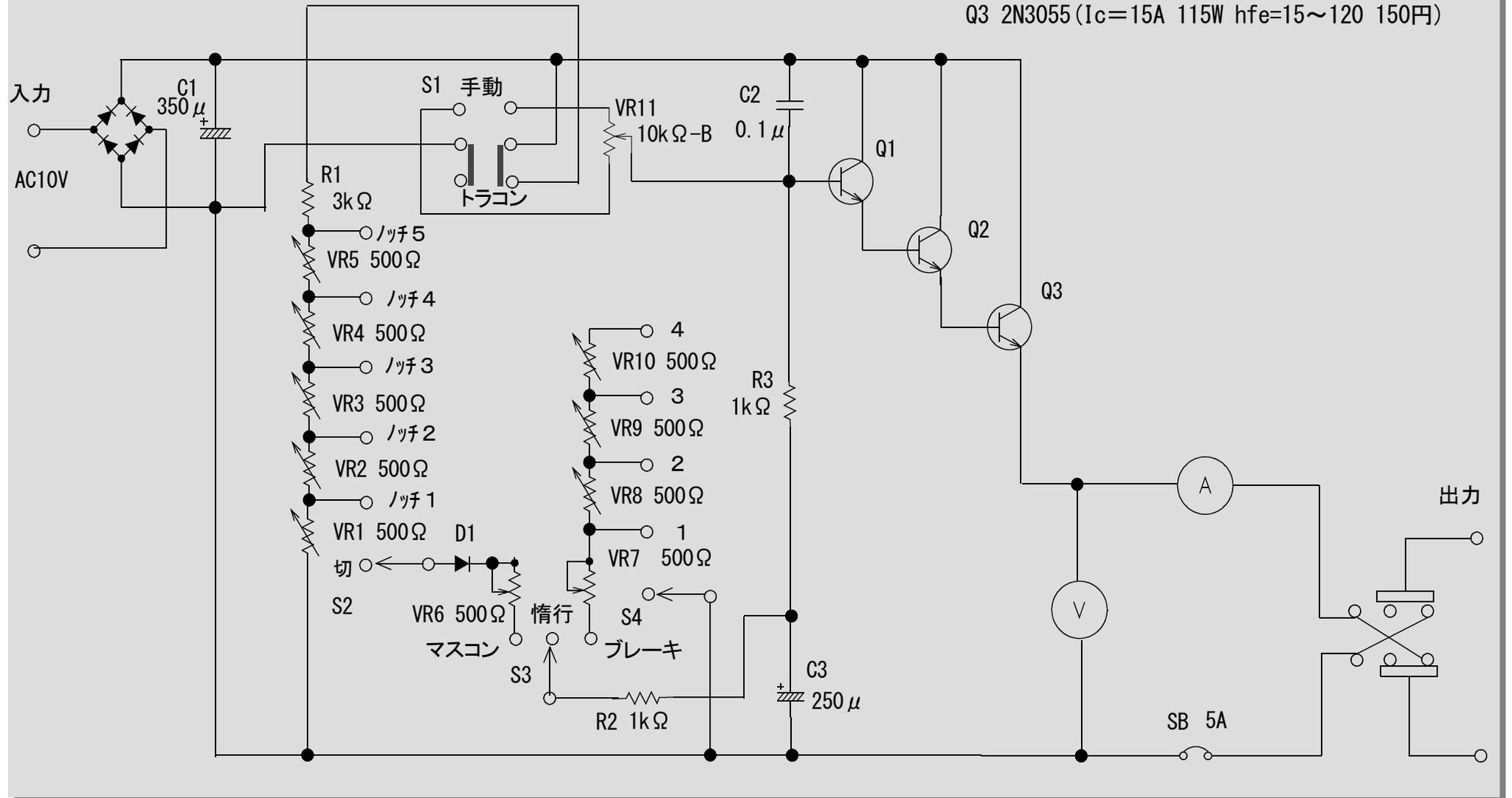
ダイオード:5A以上のもの	Q1:2SC1815	トランス:AC10V5A
C1:330 μ 25V	Q2:2SD880	つまみ、ケースなど
C2:0.1 μ マイカ	Q3:2N3055	
C3:250 μ 25V	サーキットブレーカー:5A	
R1:3k Ω 1/2W	S1:6PTグルスイッチ	
R2:1k Ω 1/2W	S2:1回路6接点以上の ロータリーSW	
R3:1k Ω 1/2W	S3:1回路3接点以上の ロータリーSW	
VR1~10:500 Ω -B	S4:1回路4接点以上の ロータリーSW	
VR11:10k Ω -B		
D1:1A程度なら何でも可		

実体図はあえて書きませんでした。神経を使うような回路ではありませんので、ぜひご自身でプリント板などに作り込んでください。回路を追いながら作り込むことで、理解が深まります。

第 4 図

5 A トランジスタコントローラー

- Q1 2SC1815 (Ic=150mA 400mW hfe=70~700 21円)
- Q2 2SD880 (Ic=3A 30W hfe=60~300 73円)
- Q3 2N3055 (Ic=15A 115W hfe=15~120 150円)



3-4 TRコントローラーを設計する際に注意すること

TRは熱とショートに弱いので、本当はあまり大電流には向きません。

パワーTRに放熱器を付け、サーキットブレーカー(またはヒューズ)も必ずつけてください。

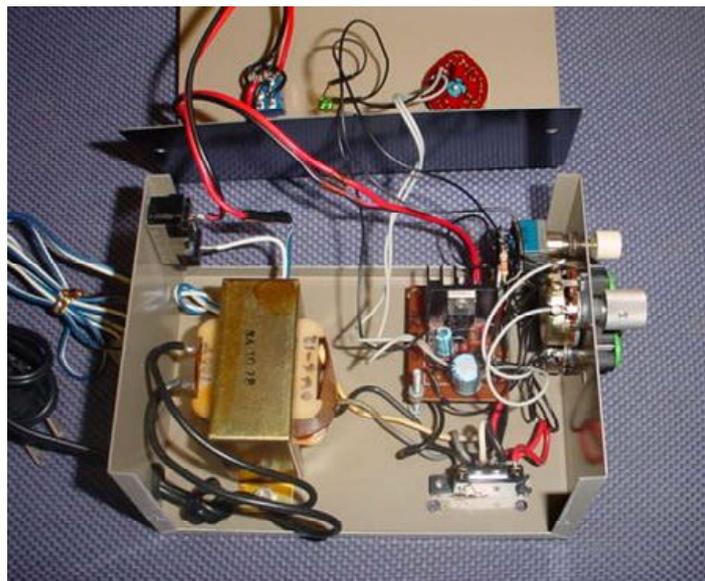
最近の車両は消費電流が少ないですから、16番でも2A、9mmなら1Aで十分です。

5A以上のものも作れますが、安全のためにも普通は最大3A程度までと考えて下さい。

必要があって5A以上のコントローラーを作る場合は、トランジスタなどの極性や配線の接続の仕方に十分注意して、危険のないようにしてください。

3-1章の超簡単トラコンのように、パワートランジスタ1個だけでも動作しますが、3-2章以降のように2石、3石の方が感度がいいです。感度がいいというのは、VRつまみの広い範囲で微妙な速度調整が出来るという意味です。

1石では微妙な速度調整が難しいですが、運転会用などでは、とてもコンパクトなコントローラーが製作できますから、用途によって使い分けるといいと思います。



トランジスターには、ばらつきがあります。特に増幅率 h_{fe} は個体差が大きいです。計算して出した抵抗値は目安と考えて、多少のカットアンドトライは必要になる場合があります。

だからこそ、コレクタ電流やコレクタ損失にさえ気をつければ、適当に選んだトランジスタやボリュームでも結構動作するものなのです。

運転中のトランジスターの発熱状態には注意して下さい。電流が大きくなるほど、十分な放熱器が必要です。

トランジスターは、古い手持ちのものでも使用できます。現行品を購入されるときは、イン

ターネットで調べれば、在庫の有無や価格がすぐにわかります。近くにパーツ屋がなくても若松通商や秋月電子などの通販が利用できます。

TRコントローラーでは、単に直流を制御するだけですから、優れた高周波特性や過渡特性などは必要ありません。用途はPA用で、1000円以下の安価な石が適しています。

前にも触れましたが、アマ無線の世界では電源装置の自作は珍しくありません。装置自体はそう難しくはないのです。ただ、模型の世界では、脱線などに伴う短絡(ショート)がつきものです。たとえ数アンペアでもショートさせると非常に危険ですし、火災にもなりかねません。

メーカー製のパワーパックに大電流のものが無いのは、作れないのではなく、実はこれらのことを考えて、作らないのです。自作の場合でも、5Aを超える大電流のパワーパックは作らない方が賢明です。

部品は特殊なものはありませんから、お手持ちの工具箱の部品やパーツ屋ですべてそろえましょう。

実際の製作は、ケースの加工のほうに大変な時間と手間がかかります。ドリルやリーマなどの工具があるととてもはかどります。でも、ロータリースイッチやボリュームを取り付けて、つまみを付けたときの満足感は忘れられません。

部品はプリント基板や穴あき基板に取り付けましょう。これをお読みになる方なら、実体図は簡単ですし、人が描いた実体図では勉強になりませんから特に書きませんでした。

プリント基板では、必ずしもエッチングで作る必要はありません。パターンを銅箔面に鉛筆で描き、不要なところをカッターナイフで切り込みを入れ、カッターの先で銅箔を起こして、ラジオペンチでそっとむしり取るようにすれば簡単にできます。コツは、銅箔面をできるだけ多く残し、剥がすところはできるだけ直線的に細長くすることです。

大きな電流が流れるところは、基盤の半田付けはしっかりと行い、太めの配線にしましょう。

大切なことを言い忘れました。ボリュームには、Aカーブ、Bカーブ、Cカーブなどの種類があります。速度調節用のボリュームは、Bカーブのものが低速時に微妙な速度調整がし易く適しています。

それでは、スイッチの切り替え位置に、加速、惰行、減速、急停車などのシールを貼って、あなただけのオリジナルなTRコントローラーを作り上げて下さい。最近では、PS2の「電車でGO」のコントローラーをうまく利用して、オリジナルの素晴らしいコントローラーを製作する方もいらっしゃいます。

自分で作ったコントローラーで運転を楽しむのは感慨深いものです。

3-5 最後に

このたびはお買いあげいただき誠にありがとうございました。
記事は参考になりましたでしょうか。

すべて私の手書きによるものです。十分に校正していますが、説明不足のところや誤記があるかもしれません。不手際がありましたらご容赦下さい。

お願い

万一ご購入いただいた情報の全てのことにおいて、購入者様に何らかの損害等が生じたとしても、当方では一切の責任は負いかねますので、ご自身の判断でご利用下さい。

改訂新版 平成21年7月23日