

琉球大学学術リポジトリ

小型玩具ための時分割による単一電源化に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2016-08-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新垣, 学, Arakaki, Manabu メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/35069

小型玩具のための時分割による単一電源化に関する研究

新垣 学

A Study of a Single Power Supply by Time-sharing for Small Toys

Manabu Arakaki

I. はじめに

平成 20 年に改訂された中学校学習指導要領における情報領域の項目「プログラムによる計測・制御」に対して、筆者は教員免許状更新講習を通じ現場の教員に「マイコンを用いたおもちゃ作り」と題して、PIC マイコン制御によるライトレーサの製作方法を指導してきた。ライトレーサは白地の床に黒で引いた線に沿って走る車で、マイコン、モータドライバ、2 個のモータで構成されている。特にモータは消費電力が大きく、起動時には多くの電流を必要とするため、乾電池による電力供給では電源電圧が安定しない。このことから、制御装置となるマイコンとモータドライバにはモータとは別の電源から電力を供給している。

電源が 2 種類になることのデメリットとして 1 つ目にコストがある。モータに必要な電圧は単三乾電池 1 個分ではよいが、制御装置においては単三乾電池 2 個分以上必要となる。講習では 006p という 9V の電池を使って 5V を作っている。

2 つ目に、起動する場合 2 つの電源スイッチを入れる必要があるが、モータに電源を投入するより先に制御装置の電源を投入しておいた方がよいという電源投入の順番がある。この順番を守らないと本格的なラジコンクラスになるとモータが暴走し事故につながる可能性がある。

電源を単一化する方法としては、モータへの電流供給を抑制することで電圧変動を少なくする方法や、昇圧回路を用いて電圧がある程度低下しても制御装置を動作させるのに十分な電圧を保つ方法が考えられるが、動作が遅くなることや、負荷による大きな電圧変動に対しリセットされる等の不具合が生じると考えられる。

本研究では、コンピュータが単一の CPU でマルチタスクを行う仕組みの基となるタイムシェアリング（時分割）を応用し、単一電源で制御装置と負荷に電力を供給することを低コストで考える。そして大負荷に対し、制御装置に十分な電力が供給可能か実験を行い、ライトレーサに搭載しても正常に働くことを確かめる。

II. 実験方法

図 1 に装置の概要を示す。モータによる電圧変動を回避するためにプログラム制御によるスイッチを設け、制御装置とモータで排他的に電源を使用する。スイッチングは制御装置のプログラムで行うため制御装置は常に動き続ける必要がある。電源がモータに接続されている間、制御装置はコンデンサに蓄えられた電力を使用する。

図 2 に全回路図を示す。図 1 におけるスイッチは、コンデンサを充電するためのトランジスタ (TR1) とモータドライバのトランジスタ (TR2、

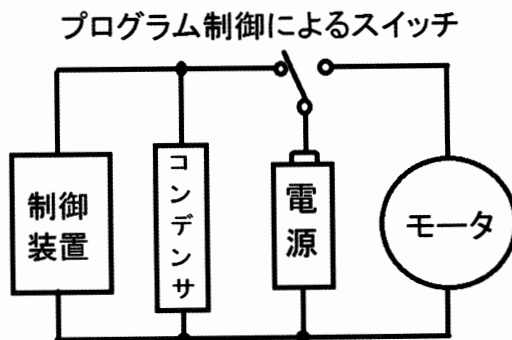


図 1. 装置の概要

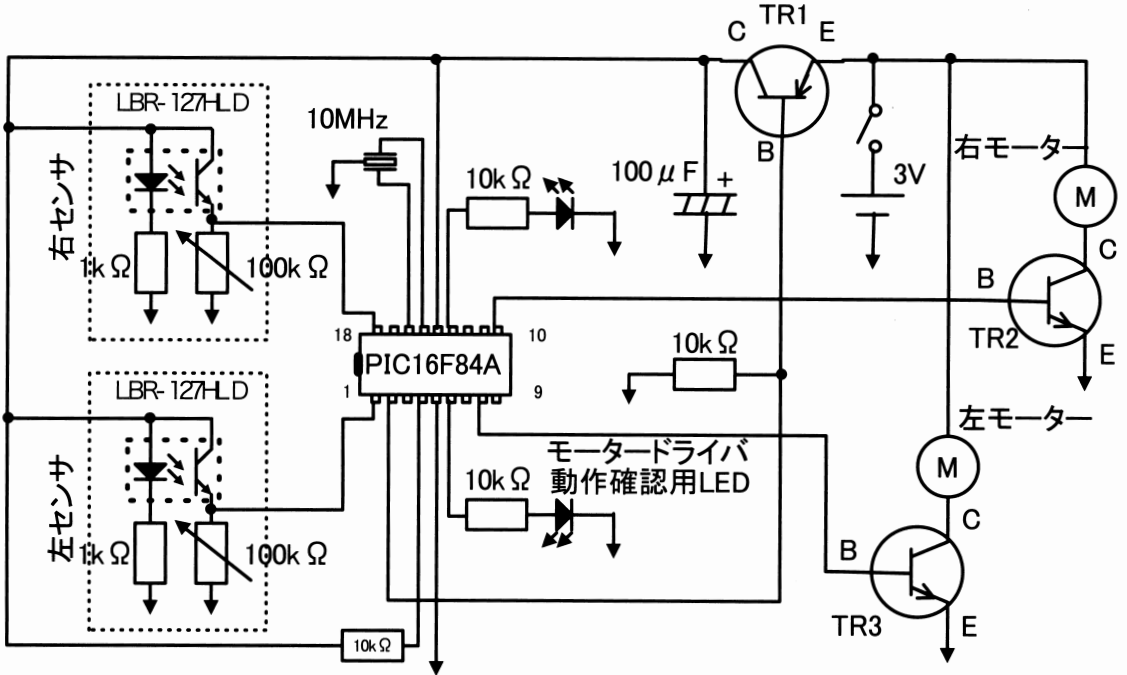


図2. ライトレース全回路図

TR3)で構成される。TR1には2SA1015というPNP型のトランジスタを用い、エミッタ側を電源に、コレクタ側をコンデンサに、ベースをマイコンに接続する。ベースは10kΩの抵抗でGNDにも接続されているが、これは、メインスイッチを投入後、すぐにコンデンサを充電し、マイコンを動作させるためである。

モータドライバには2SD1830というNPN型のダーリントントランジスタを用いた。モータドライバの代表としてTA7291PというICが多用されるが、動作電圧として4.5V以上必要とするためここでは使用しない。

マイコンにはPICマイコンとしてよく知られているPIC16F84Aを用いる。このマイコンの動作電圧は2.0～5.5Vである。したがって動作中、電源電圧が2.0Vを下回らないようにコンデンサを十分に充電しておく必要がある。

コンデンサには100μFの電解コンデンサを用いる。モータ動作中は、マイコン、センサ、動作確認用LEDの電力をすべてこれが受け持つ。

図3にプログラムのフローチャートを示す。本来のライトレース処理に加えてマイコンのPORTAの3ビット目(マイコンの2番ピン)に

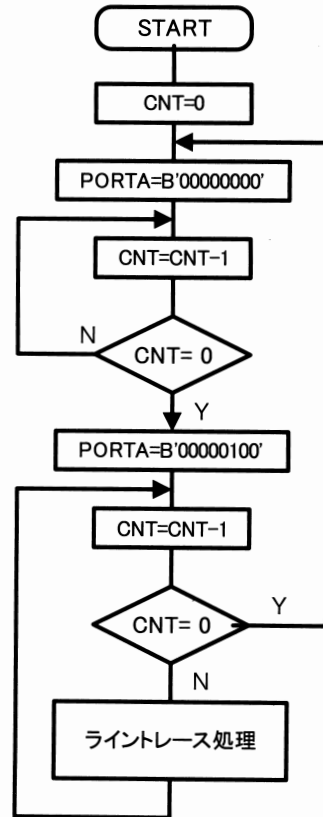


図3. フローチャート

TR1 駆動用の信号を出力する処理を行っている。ループカウンタ CNT のカウント数が 256 になる度に TR1 の ON・OFF を切替える。ON 時間は実時間になると $750\mu\text{s}$ 程度となる。OFF 時間はライトレーサのセンサ信号によるが最大 $1850\mu\text{s}$ 程度となる。

実験は図 2 においてモータを接続しない無負荷状態とモータの代わりに 1Ω の抵抗負荷を接続した状態、そして、モータを接続したライトレーサ状態に対して、電源電圧と制御装置の電源となるコンデンサ電圧の変化を観察する。

III. 実験結果と考察

図 4、図 5、図 6 にコンデンサ電圧と電源電圧の電圧波形を示す。黒色の線がコンデンサ電圧を、灰色の線が電源電圧を表している。区間 A はコンデンサ側に電力が供給される期間で、区間 B は負荷側に電力が供給される期間である。

図 4 の無負荷時の波形において、コンデンサは区間 A で充電され、区間 B で制御装置に電力供給を行い電圧が下がっていくことがわかる。最大で 2.75V 、最小で 2.55V であり、電圧の変動幅は 0.2V である。マイコンの動作電圧である 2.0V は十分に上回っていることがわかる。

図 5 のモータの代わりに 1Ω の抵抗を負荷とした場合の波形において、区間 B で電源電圧は 1.95V まで降下し、マイコンの動作電圧を下回っている。それに対し、コンデンサ電圧は無負荷時より 0.5V 低い程度であり、マイコンの動作に支障のない電力供給が行われている。

このことから、制御装置は負荷に関係なく動作し続けることができ、時分割が有効に働いていることがわかる。

図 6 のモータを負荷とした場合の波形において、モータが動作している区間 B の始まりの部分で電源電圧は 2.45V まで下がりその後ほぼ一定だが、時よりモータの発するノイズが見られる。このノイズはコンデンサ電圧にまで影響し、電圧の最低値は 1.35V である。マイコンは動作し続けていることから多少の耐ノイズ性はあるようだ。ノイズの原因として、図 2 に示すマイコンの制御端子とモータがモータドライバである TR2、TR3

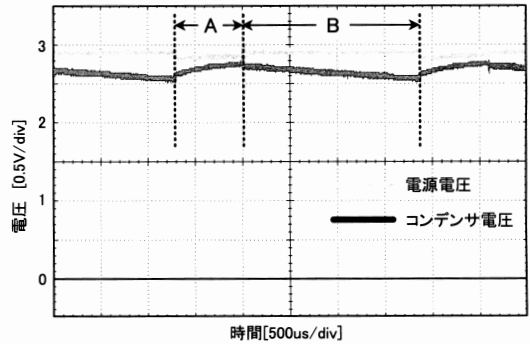


図 4. 無負荷時

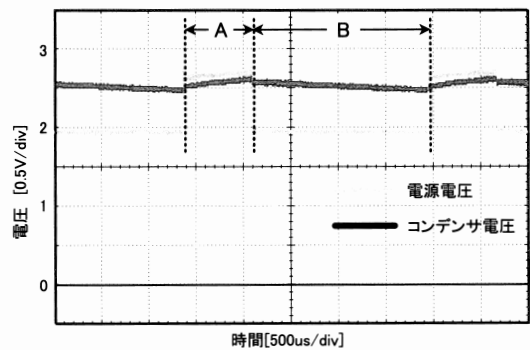


図 5. $1\Omega \times 2$ の負荷時

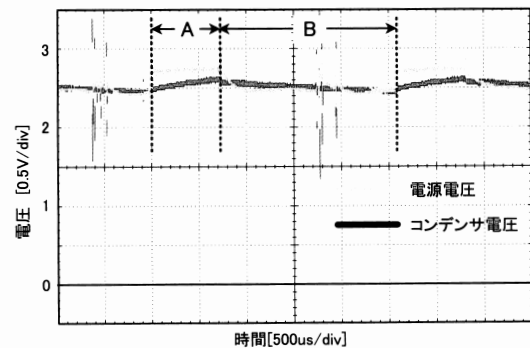


図 6. モータ負荷時

を介して電氣的につながっているためと考えられる。その対策として、マイコンとモータドライバの間にフォトカプラを入れる方法が考えられる。

IV. まとめ

本研究では、単一電源を制御装置と負荷で時分割使用することで、大負荷に対しても制御装置に十分な電力を供給可能であることを確かめた。

また、回路構成は簡単で、特殊な IC を用いることなく、トランジスタとコンデンサのみで実現できた。

コストの面では、これまで制御装置で用いた電源用 IC (78L05) と、その代わりに使用する TR1 およびコンデンサが同価格である。モータドライバは TA7291P の代わりにダーリントトランジスタを用いたので、後進できないが価格は半分以下である。ライトレーサではあまり必要としないが後進できるようにブリッジ回路を組んだとしても同価格で実現できる。最終的にコスト削減に

つながるのは乾電池が 1 種類でよいということであり、1.5V の乾電池を制御側に 2 本、負荷側に 2 本必要なところを、合わせて 2 本で実現した。

教材としてみた場合、これまで専用 IC を用いてブラックボックス化していた電源回路が、トランジスタとコンデンサで構成され、見えるようになった点がよい。トランジスタをスイッチとして使えることと、コンデンサの充放電について学習することができると考えられる。

トランジスタをアナログ信号の増幅回路に利用する場合、その回路設計は大学生でも難しい。しかし、スイッチとして利用するならば、規格以下で使用する限り難しい回路設計をしなくても動作させることができるため、中学生程度の能力でも扱えると考えられる。

デジタル全盛のこの時代、トランジスタ活用能力は IoT 機器を創り出す力となって生活をより豊かなものにすると考えられるので、ここでの成果を教員免許状更新講習や授業に活用していきたい。