

# 電動ファンシミュレータの製作

栗木江一

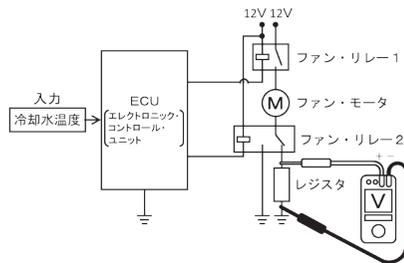
## 1. はじめに

### 製作のきっかけ

一般社団法人日本自動車整備振興会連合会（以下日整連）が平成29年10月に実施した、二級ジーゼル登録試験にて、冷却装置の電動ファンに関する問題が出題された。以下引用する。

#### ・問題引用

図に示す冷却装置の電動ファンの回路に接続されている電圧計 V に関する記述として、適切なものは次のうちどれか。



- (1) 低速回転時，電圧計は 0 V を表示する。
- (2) 高速回転時，電圧計は 12V を表示する。
- (3) 高速回転時，電圧計は 0 V を表示する。
- (4) 低速回転時，電圧計は 12V を表示する。

二級ジーゼル（平成29年10月実施）問題 No.7

問題図の回路において低速回転時の電動ファンは、ファン・モータとレジスタが直列接続の状態では電流が流れ、12V が分圧されるため（何 V に分圧されるか不明）、レジスタにかかる電圧は 0 V や 12V のどちらでもない。また、高速回転時はレジスタに電流が流れないので 0 V となる。よって正解は（3）となる。

この問題を解くにあたって、電動ファンの回転制御やリレーの働き、回路に流れる電流経路、任意の点における電位の大きさ等、多くの理解が必要である。

筆者は、電気・電子に関する様々な要素が詰まっているこの回路に興味を覚え、実習教材として最適であると考えた。以上のことから、故障探求が行えるシミュレータを製作することにした。

本稿では電動ファンシミュレータの製作について報告する。

## 2. シミュレータを製作するにあたって

シミュレータを製作するにあたって、電動ファンの作動を再現するのみでは展示だけの講義とになってしまうので、実習講義を前提に効率よく実践的な学習が行えるよう以下の点に留意した。

(1) 部品構成や配線、回路が容易に確認できること。

日整連出版の二級ガソリンエンジン編及び二級ディーゼルエンジン編に掲載されている、電動ファンの主な構成部品は以下の通りである。

- |          |            |            |
|----------|------------|------------|
| ①水温センサ   | ② ECU      | ③ファン・リレー 1 |
| ④ファン・モータ | ⑤ファン・リレー 2 | ⑥レジスタ      |

図1に二級ガソリンエンジン編掲載の電動ファン回路図を示す。図1の回路図とほぼ同じになるよう、ボード上に部品を配置した。写真1に製作したシミュレータの実物写真を示す。

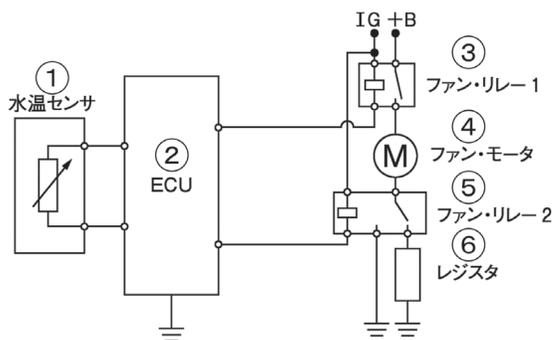


図1 電動ファン回路図

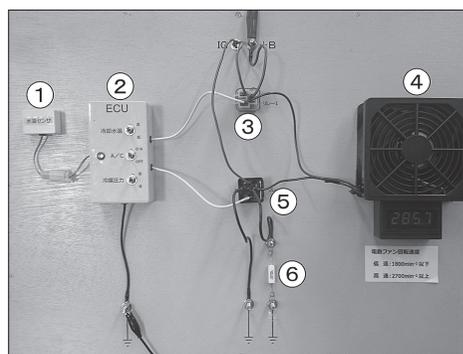


写真1 シミュレータの実物写真

(2) サーキットテスタ等による点検が容易に行えること。

実際の車両同様に、コネクタ端子や配線接続部で点検できるようにした。

(4) 不具合現象の再現と故障探求が行えること。

不具合のある配線や部品を交換することによって、故障状態が再現できるよう、容易に部品や配線の脱着が行えるようにした。

(5) 単純な操作で電動ファンの作動を再現できること。

二級ガソリンエンジン編での電動ファンの作動は、エアコンの作動状態と冷却水温度により、ECUが電動ファンの回転速度を三段階（停止・低速回転・高速回転）で制御するものが掲載されている。表1に電動ファンの回転制御表を示す。電動ファンは、エアコンの状態がONかOFFか、冷媒圧力が低いか高いか、冷却水温が規定値未満か規定値以上か、といった3つの条件の組み合わせで、表1



写真2 トグルスイッチ

に示す①から⑥までの6通りの作動を行う。それぞれの条件分岐は、低いか高いか、またはOFFかONかといったことから、写真2で示すような単純なトグルスイッチ（以下スイッチ）を使用して、条件の切り替えを行うのが適切であると考えた。必要とされるスイッチ数は3つである。

表1 電動ファンの制御

エアコンの状態		冷却水温度	
		規定値未満	規定値以上
エアコン OFF		①停止	④高速回転
エアコン ON	冷媒圧力 低	②低速回転	⑤高速回転
	冷媒圧力 高	③高速回転	⑥高速回転

### 3. 電動ファン制御を再現する回路の検討

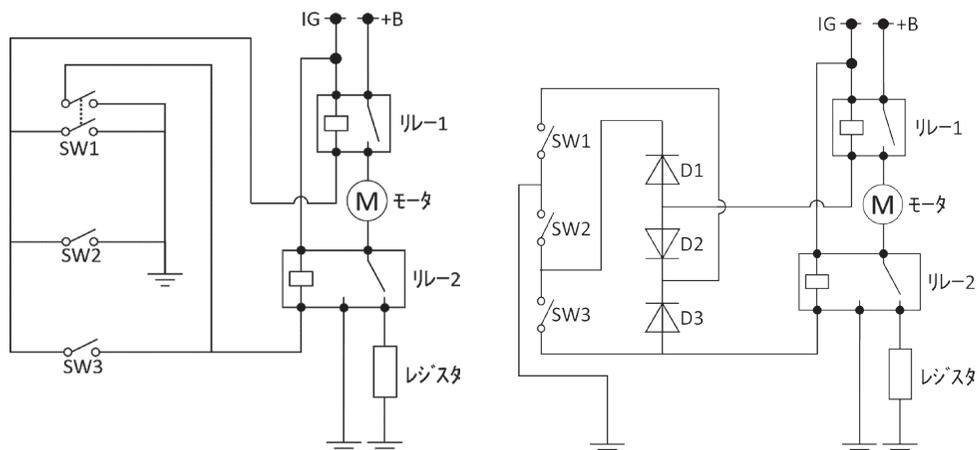
電動ファン制御を行うための回路を検討した。作動条件の切り替えに使用する3つのスイッチ名称をSW1, SW2, SW3とし、それぞれのスイッチ設定を表2のように定めた。尚、スイッチ操作は上下とし、下に操作したときはOFF, 上に操作した時はONとする。

表2 スイッチ設定

スイッチ名称	働 き	スイッチ設定	
		OFF	ON
SW1	冷却水温が規定値未満か以上かの切り替えを行う	冷却水温規定値未満	冷却水温規定値以上
SW2	エアコンスイッチのON・OFF状態の切り替えを行う	エアコンスイッチOFF	エアコンスイッチON
SW3	冷媒圧力が高いか低いかの切り替えを行う	冷媒圧力が低い	冷媒圧力が高い

表3 各スイッチの状態と電動ファンの作動

電動ファンの作動	SW1の状態	SW2の状態	SW3の状態
①停止	OFF	OFF	操作無効
②低速回転	OFF	ON	OFF
③高速回転	OFF	ON	ON
④高速回転	ON	OFF	操作無効
⑤高速回転	ON	ON	OFF
⑥高速回転	ON	ON	ON



(1) 1回路スイッチと2回路スイッチを使用

(2) 1回路スイッチとダイオードを使用

図2 電動ファン制御回路

表1の6通りの条件における各スイッチの状態を整理すると表3のようになる。ここで注意すべき点は、SW2がOFFのときは、SW3の操作が無効でなければならない。なぜなら、SW2はエアコンのON/OFF関連の操作のスイッチであり、エアコンOFFの条件では冷媒圧力の情報入力は必要ないからである。

以上のことを踏まえて2種類の回路を試作した。その回路を図2示す。図2(1)は、SW1に内部が2回路のスイッチ、SW2とSW3には内部が1回路のスイッチを使用したものである。図2(2)は、すべてのスイッチが1回路で、かつ、3つのダイオードを使用したものである。両回路とも基本的には、各スイッチの働きでリレーコイルとアースを接続し通電することで作動する。表3①～⑥におけるリレーコイルの通電状態を図3(1)～(6)に示す。

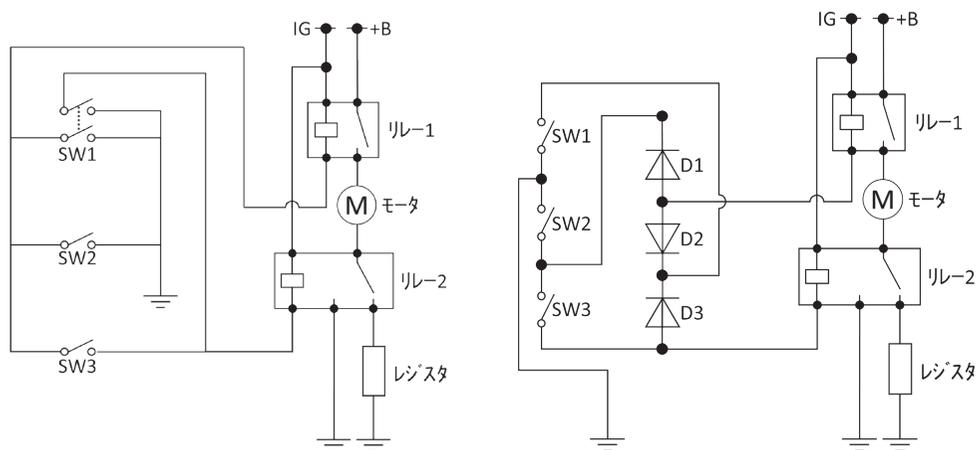


図3-(1) リレーコイルの通電状態 (①ファン停止)

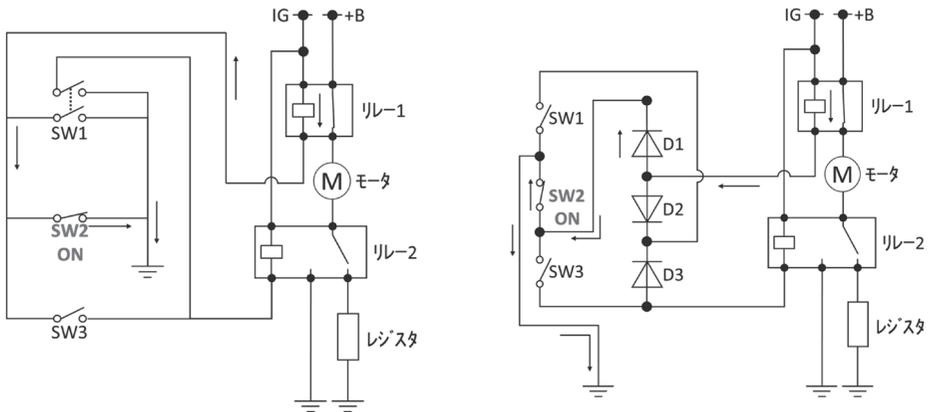


図3-(2) リレーコイルの通電状態 (②ファン低速回転)

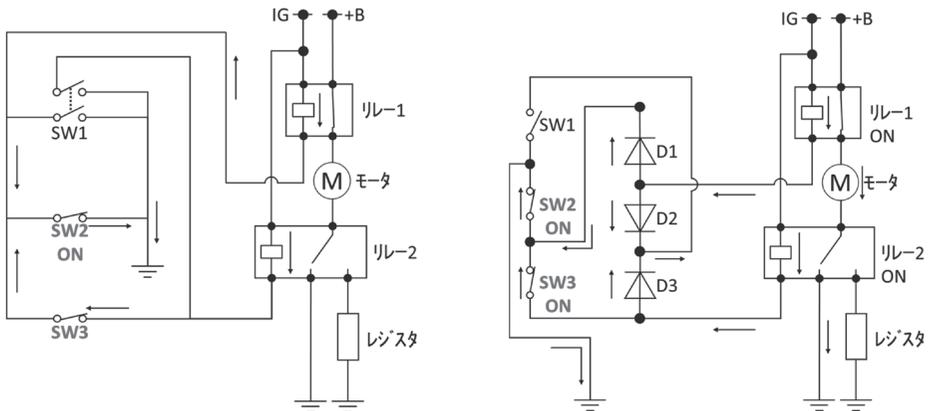


図3-(3) リレーコイルの通電状態 (③ファン高速回転)

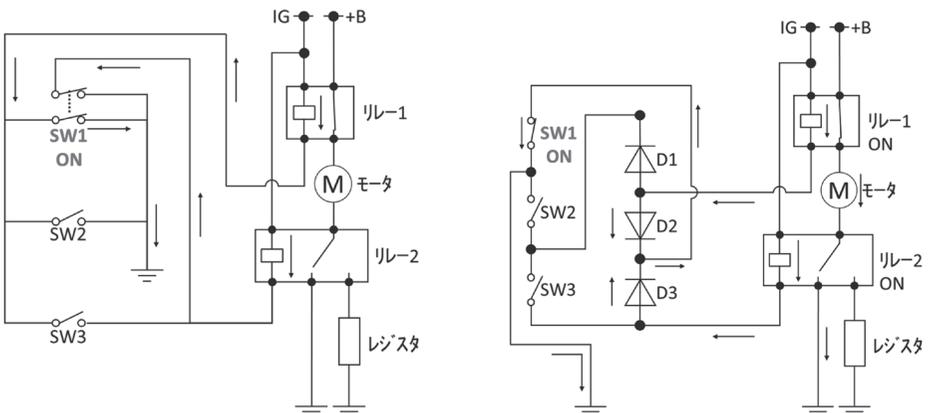


図3-(4) リレーコイルの通電状態 (④ファン高速回転)

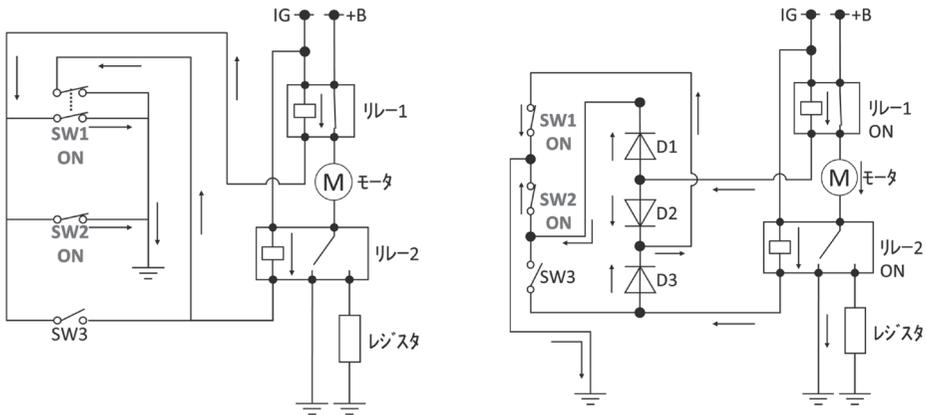


図3-(5) リレーコイルの通電状態 ⑤ファン高速回転

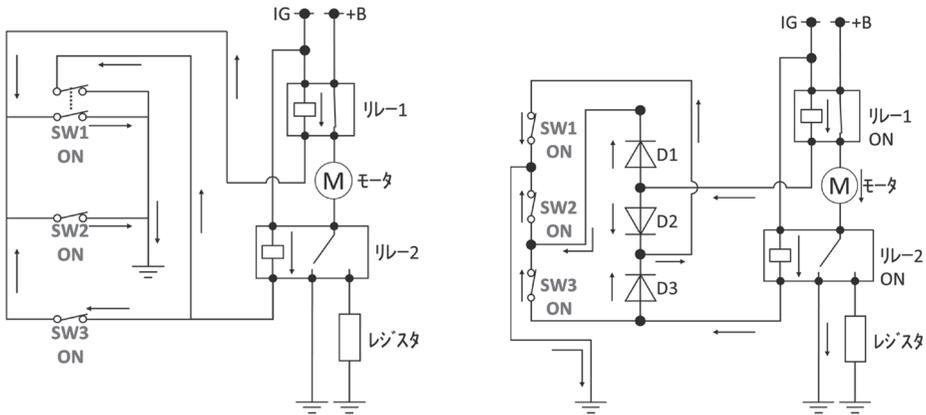


図3-(6) リレーコイルの通電状態 ⑤ファン高速回転

#### 4. 講義での活用

実際に図2の(1)と(2)の両回路を試作してみたが、機能の拡張性を考慮し図2(2)の回路を採用した。現在、回転速度確認用のファン回転速度計とダミーの水溫センサを加えたものを製作し(写真1)、整備実習Ⅳと二級講習にて故障探求関連の実技講義と試験に使用している。なお、故障探求に関する講義の概要は以下のとおりである。

- ①図3の点検用回路図を使用し、電動ファン停止時、低速回転時、高速回転時における図中で指定されている、①から⑩の各点のアースを基準とした正常な電位を学生に予想させる。
- ②作動が正常なシミュレータを使用し、条件を変えながら作動させ、サーキットテスタで実際の各点の電位を点検し、予想通りであるか確認させる。
- ③正常電位の確認後、故障探求の作業に移る。故障の設定は、各部品に接続されている任意の配

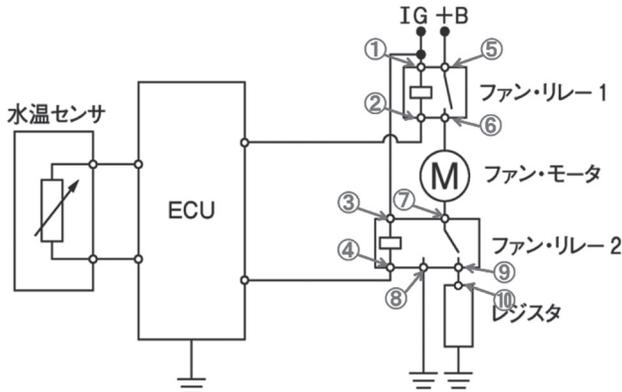


図3 点検用回路図

線を外観では確認できない断線状態のものとは交換して行う。故障探求は、故障現象の確認、電位の点検、異常電位箇所の把握、正常な状態との比較後、推定断線箇所の検討、といった順で行わせる。  
④上記作業に付随して、リレー点検や、水温センサの温度検出の原理、ECU内でのトランジスタの働きなどの講義を行っている。なお、講義でのシミュレータ使用の効果については調査中である。

## 5. ま と め

拙稿で紹介したシミュレータは、電気的に作動する回路であったが、これとは別にPICに代表されるマイコンを使用したものも同時に試作した。それについては別の機会に紹介したい。

今後は、シミュレータへ以下に示す機能の追加を検討している。

- ①エアコンインジケータランプの実装
- ②イグニションスイッチの追加
- ③フェイルセーフ機能の再現
- ④ダミー水温センサに可変抵抗の実装
- ⑤ECUと水温センサ周りの電位点検回路の実装
- ⑥エンジンチェックランプ点滅によるダイアグコード表示の実装

これら多くの機能は、マイコンによる制御が必須となってくるため、マイコンについての更なる研究を行い、改良を加えていきたいと考えている。

## 参 考 文 献

- ・一般社団法人 日本自動車整備振興会連合会 二級ガソリン自動車 エンジン編
- ・一般社団法人 日本自動車整備振興会連合会 二級ジーゼル自動車 エンジン編

