



Short Break

LM358 を使った過電圧防止装置 その2

スイッチングに P チャネル MOSFET を使用

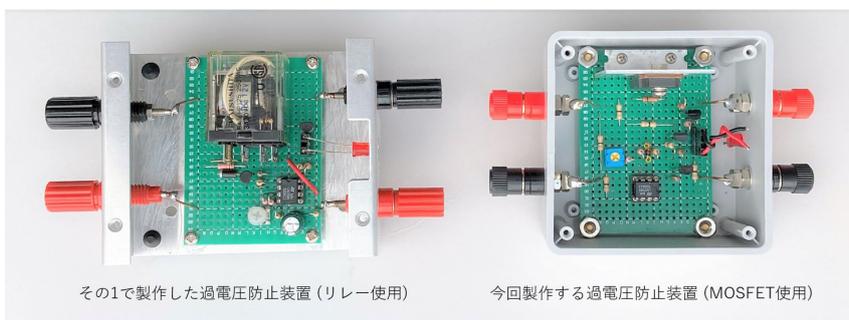


左: リレーを使用した過電圧防止装置

右: MOSFETを使用した過電圧防止装置

MOSFET による過電圧防止回路の概要

前回その 1 では、定電圧電源の電圧が何らかの原因で上昇した場合、それに接続している機器を過電圧から保護する目的で、メカニカルリレーを使って電源ラインを遮断する装置を製作しました。今回は、その 2 として電源ラインを遮断する回路をメカニカルリレーから MOSFET に変更し、完全半導体化を図ります。



その1で製作した過電圧防止装置 (リレー使用)

今回製作する過電圧防止装置 (MOSFET使用)

MOSFET は原理を理解するとスイッチングにはたいへん便利な半導体です。今号の FB NEWS に FB のテレビアの記事で今回使用する MOSFET の動作原理を簡単に説明しています。併せてお読みいただければより理解が深まると思います。

図 1 過電圧防止装置の内部

今回製作する過電圧防止装置の構成図を図 2 に示します。前回製作したメカニカルリレーによる防止装置と同様、今回もお使いの定電圧電源には何ら改造は行いません。

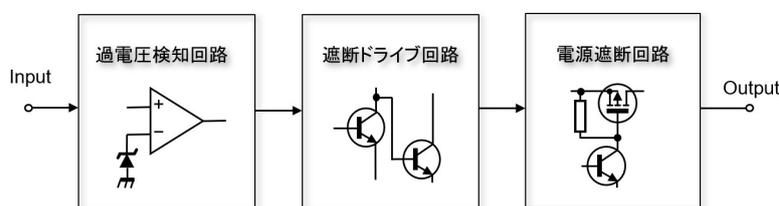


図 2 コンパレータと MOSFET による過電圧防止回路の構成図

無線機に供給する DC 電源の定格は多くの場合、 $13.8V \pm 15\%$ となっています。印加する電圧が低い場合は、無線機が正常に動作しない場合もありますが、無線機が壊れることはあまりありません。ところが印加する電圧が高い場合は、壊れるリスクが増しますので注意が必要です。つまり $13.8V$ プラス 15% アップの電圧、つまり $15.87V$ 以上は厳禁です。

この過電圧防止装置は、定電圧電源が何らかの原因で規定以上の出力電圧となった場合、接続している電子機器をその過電圧から保護する目的で接続する装置です。装置は過電圧をコンパレータで検知します。通常は、定電圧電源の出力電圧とほぼ同じ電圧が過電圧防止装置を經由して負荷に供給されます。定電圧電源の電圧が $13.8V$ プラス 15% 付近になると MOSFET が OFF 状態となり電源回路を遮断します。

製作に使う2つのキーパーツ

図3がコンパレータとPチャンネルMOSFETを使った過電圧防止装置の回路図です。使用部品もそれほど多くはありませんし、特殊な部品もありません。比較的簡単に電子工作ができます。

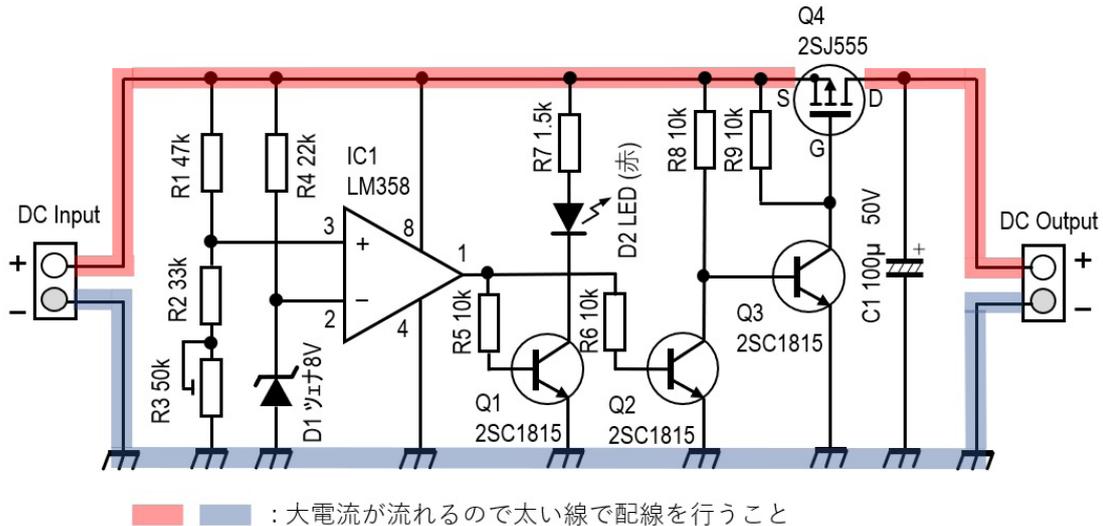


図3 過電圧防止装置の回路図

キーパーツは2つです。1つは回路図の中央に描かれた三角形のパーツです。これがオペアンプのLM358です。コンパレータとして使用します。もう1つは、Q4に使うPチャンネルMOSFETです。手持ちにルネサスの2SJ555がありましたので、それを使いました。データシートによりますと、ON時の抵抗(R_{DS})は 0.017Ω とたいへん低く、ドレイン電流(I_D)も60Aもの大電流を流せます。今回はこの2SJ555を使いましたが、PチャンネルMOSFETであれば何れのFETでも動作すると思います。ご自身の製作にあったものを選択してください。

回路の動作説明

図4がLM358の内部ブロック図です。1つのパッケージに2個のオペアンプが入っています。オペアンプは、回路に負帰還を掛けると本来のアンプ(増幅器)として動作します。コンパレータとして動作させる場合は、負帰還は掛けません。回路に負帰還を掛けると本来のアンプ(増幅器)として動作します。コンパレータとして動作させる場合は、負帰還は掛けません。

コンパレータは、二つの入力端子(+)と(-)間の電位差を比較して、その状態に応じて出力端子がLOWになったりHIGHになったりする機能を持っています。今回はこの機能を使い、基準となる電圧と定電圧電源の出力電圧をコンパレータで比較します。定電圧電源の出力電圧が基準電圧より高ければ、コンパレータの出力がHIGHとなり、その信号であとのトランジスタをドライブし、MOSFETをOFF状態にして定電圧電源と負荷を遮断します。

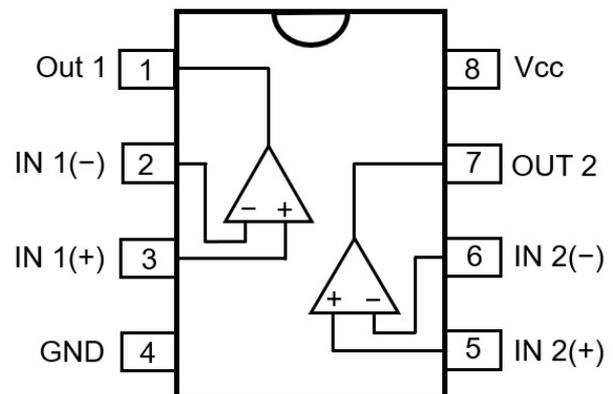


図4 LM358のピン配置

コンパレータの(+)端子に供給する電圧は、電源の出力電圧がこれ以上アップすると外部機器に不具合を与えることになる電圧から求めます。(+)端子に加える電圧はR1とR2の分圧で求めますが、基準電圧(-)をちょうど越えたあたりに設定します。

過電圧防止装置の仕様

電圧を越えると、この過電圧防止装置が働き、供給する定電圧電源の出力をこの装置で遮断するものとします。製作には、ご使用の定電圧電源には手を加えず、外付けの装置とします。また、製作に使用した MOSFET の ID はたいへん大きなものですが、本装置は手持ちの定電圧電源と IC-705 との接続に十分耐える程度の内部の配線

過電圧防止装置に使う主な部品

(1) D1

コンパレータの基準となる (-) 端子に加える電圧を決めます。手持ちの部品から D1 には 8V のツェナーダイオードを使用します。よってコンパレータの (-) 端子には約 8V が印加されます。

(2) R1、R2、R3

定電圧電源の出力電圧が 15.87V となったときに、定電圧電源と負荷をこの過電圧防止装置で遮断させる仕様ですので、(+) 端子に加わる電圧を R1 と R2+R3 の分圧から基準電圧の 8V になるように計算します。R3 は、3 番ピンの閾値 (しきいち) 電圧を若干可変できるように可変抵抗器としました。

定電圧電源がオンになると 2 番ピンにはツェナー電圧の 8V が印加されます。すなわち R2+R3 の直列接続の抵抗値と R1 の値は同じであることが分かります。ここで $R1=R2+R3$ となるように抵抗値を選びますが、R3 を可変抵抗器とし、それを可変することで、3 番ピンには 8V を印加することができます。

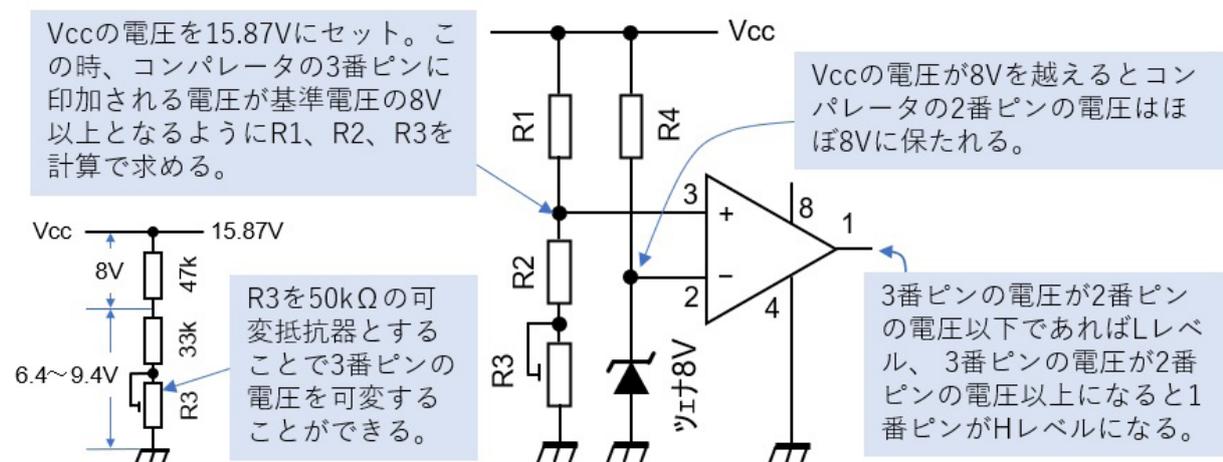


図5 コンパレータの基準電圧と比較電圧の設定

(3) Q1、Q2、Q3

汎用の 2SC1815 を使いました。ON/OFF させるだけの用途ですので、小信号用の NPN トランジスタであればどのようなものでも問題はありません。

(4) Q4

P チャネル MOSFET です。ゲートに加わる電圧がソース電圧より低いときはソース・ドレイン間がオン状態となり導通します。逆にゲート電圧がソース電圧と同じかそれ以上になるとソース・ドレイン間はオフの状態となります。

(5) D2

入力電圧が基準となる電圧より高くなった場合、コンパレータの 1 番ピンの出力は HIGH となることを利用して点灯する赤色 LED です。

(6) R3

IC1の3番ピンに8Vが印加されるように50kΩの可変抵抗器をR2に直列接続します。R3の調整で3番ピンに印加される電圧は6.4～9.4Vに可変できます。

(7) R4

8Vのツェナーダイオードが定電圧動作となるような抵抗を選びます。ここでは、22kΩとしました。

製作

部品をユニバーサル基板に組み込んでいきます。MOSFETは、図6のように小さな放熱板に取り付けましたが、製作後の実験では13.8Vで5A程度の電流であれば、MOSFETのオン抵抗は0.017Ωと低いために熱はほとんど出ませんでした。仮に100W機を接続するのであれば、最大で20Aぐらい流れます。この場合、計算では $P=I^2 \cdot R$ より6.8Wとなりますが、実際はほんのり温くなる程度でした。それでも内部配線の一部に20Aもの大電流が流れるので配線には太い線材を使うような配慮が必要です。

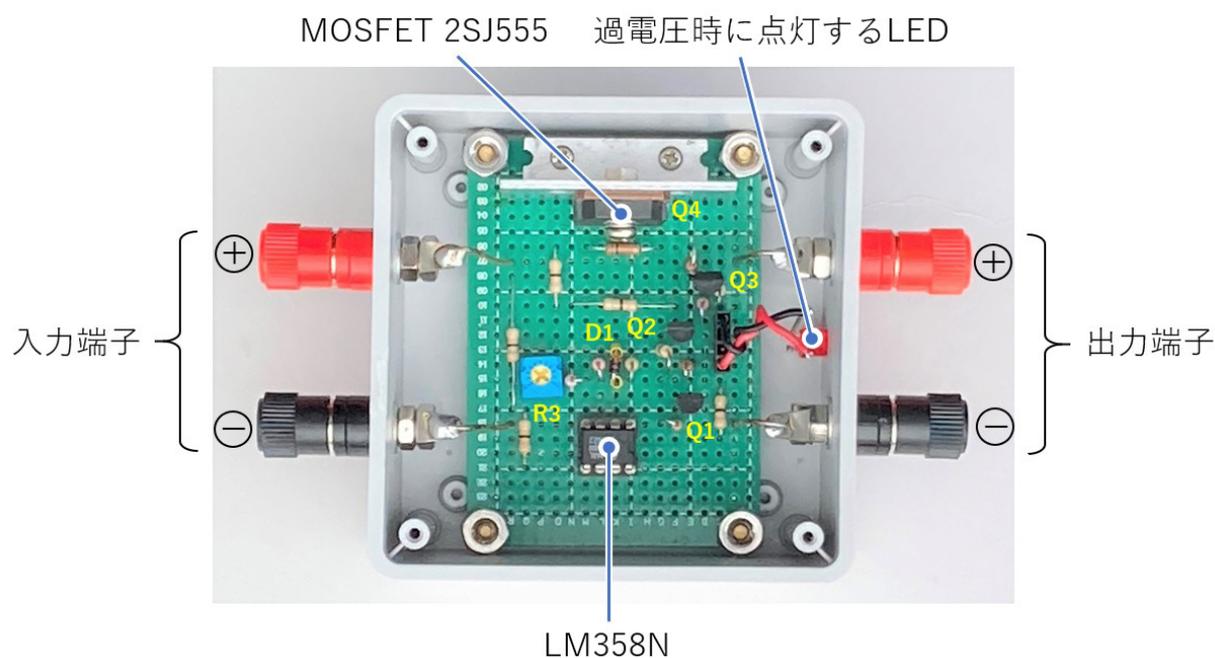


図6 過電圧防止装置の内部

調整と動作の確認

ご使用の定電圧電源の出力端子と製作した過電圧防止装置の入力端子を図7のように接続します。過電圧防止装置の出力端子に適切な負荷と電圧計を接続します。今回の製作時に実験には負荷として10Ωのセメント抵抗を2本パラ(5Ω)接続で実験を行いました。

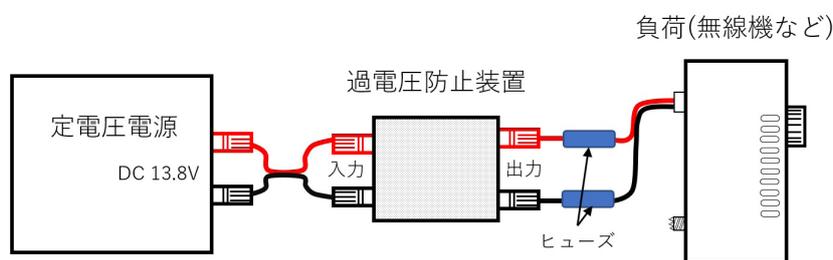


図7 過電圧防止装置の接続

定電圧電源の出力電圧を13.8Vにセットします。そのとき、過電圧防止装置の出力端子には、13.8Vの電圧が出ていることを確認します。徐々に定電圧電源の電圧を上げていき、13.8Vのプラス15%付近で止めます。図3の回路図でR3の可変抵抗器を調整して、過電圧防止装置の出力がゼロになる位置にセットします。

コンパレータはヒステリシス特性を持っていますので、この調整を何回か繰り返して確実に15.87V付近で出力電圧がゼロになるようにR3を調整します。過電圧防止装置が過電圧を検知すると赤色LEDの警告ランプが点灯します。

LM358 について

LM358 はオペアンプの IC ですが、今回はコンパレータとして使いました。コンパレータの簡単な動作原理については、本 WEB マガジン「FB のトレビア」で説明しています。併せてご覧ください。

製作とご使用に関するご注意

本器は、IC-705 と定電圧電源の間に挿入し、定電圧電源の出力電圧が 13.8V の 15% アップ以上となったとき、電源と IC-705 との電源回路を遮断することを想定して製作しています。製作後、負荷の抵抗値を調整して 10A 程度まで流す実験は行い、正常に動作することを確認しています。それ以上の定格でご使用になる場合は、読者の方々の責任範疇で製作、使用していただくようお願いいたします。

CL