

自動遅延リトライ付きで、エネルギーによってトリップする シンプルな回路ブレーカ

デザインノート 495

Tim Regan

はじめに

回路ブレーカは、電流が予め決められたレベルに達すると電源を切断して、敏感な負荷回路を過電流から保護します。最も簡単な回路ブレーカはヒューズですが、溶断したヒューズは交換する必要があります。電子式回路ブレーカは、ヒューズと同様の回路保護の手段を提供しますが、一回しか使えないという問題はありません。それでも、トリップ電流のしきい値が固定されている電子式回路ブレーカでは、保護には有効ですが、短時間の電流変動でトリップする場合には、（たとえ回路ブレーカが自己リセットするとしても）障害となることがあります。

不要な回路切断を最少に抑えるには、遅延溶断手法を利用します。これにより、短時間で比較的に高いレベルの電流ではブレーカがトリップしないようにすることができます。理想的には、ブレーカのトリップしきい値は、単に電流ではなく、総変動エネルギーの関数です。このデザインノートでは、電流検出とタイミング回路を組み合わせ、エネルギーによってブレーカをトリップすることによって、不要なトリップを最少に抑えつつ敏感な回路を保護する、電子式回路ブレーカについて説明します。

短時間の電流を許容

図 1 の回路は、回路切断、電流検出、およびタイミング回路の 3 つの機能で構成されています。

回路切断機能には、保護される負荷の電圧定格と電流定格に適合したサイズの、あらゆる種類の電子制御リレーや半導体スイッチを使用することができます。

負荷電流は、コンパレータを内蔵した電流検出アンプ LT[®]6108-2 を使って検出します。LT6108-2 は、値の小さな検出抵抗両端の電圧降下を、グランドを基準にした出力電圧に変換します。この出力電圧は負荷電流に直接比例します。この出力電圧を抵抗分割器によって分圧し、その結果を高精度 400mV 電圧リファレンスを備えた内蔵コンパレータに供給して、トリップしきい値を設定します。コンパレータは、負荷電流がこのしきい値を超えると状態を変えます。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear のロゴおよび Timerblox はリニアテクノロジー社の登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

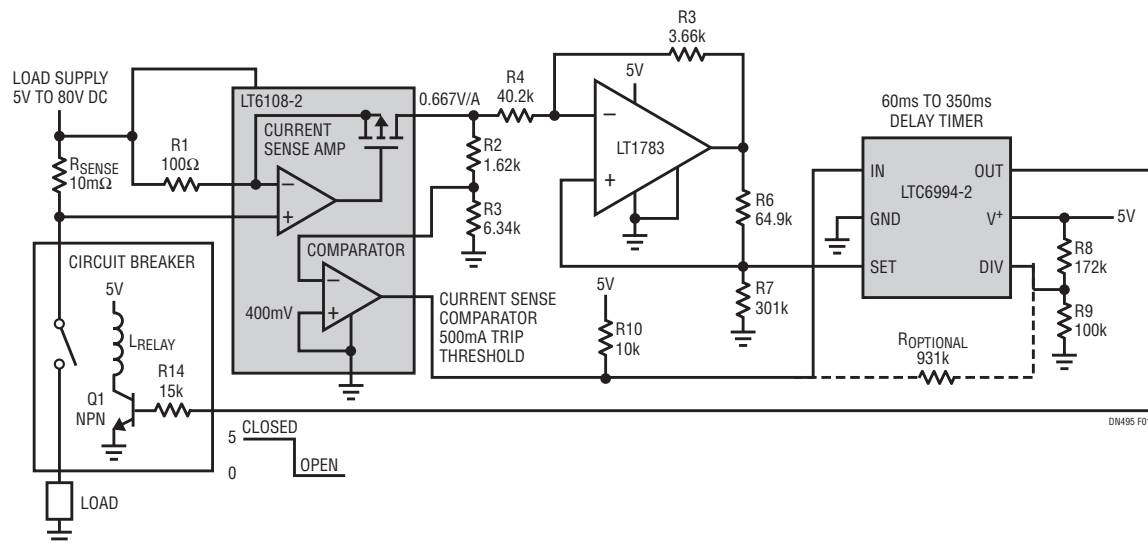


図 1. 検出される負荷電流に応じて変動する遅延時間の後でトリップする、エネルギーによってトリップする回路ブレーカ

短時間の変動により不要なトリップが生じるのを防ぐため、Timerblox[®] 遅延タイマ LTC[®]6994-2 が、コンパレータの出力と回路ブレーカの間に追加されています。一旦トリップすると、コンパレータの立ち下がりエッジにより可変遅延時間がスタートし、それが経過した場合には、信号が送られて回路ブレーカが開きます。変動時間が遅延時間より短いと、何も起きません。

電流で制御される遅延時間

LTC6994-2 は、その IN ピンに現れるエッジから、1 μ s ~ 33 秒の範囲の時間で遅延します。この遅延時間は、SET ピンからソースされる電流によって制御されます。この電流が内部発振器の周波数をプログラムし、DIV ピンのバイアス電圧が分周比を選択します。

LT1783 によるオペアンプ回路が電流検出アンプからの出力電圧を受け、SET ピンの電流を調整して、遅延時間を負荷電流の関数にします（図 2 を参照）。示されているように、電流検出コンパレータのトリップしきい値は 500mA です。500mA の電流によって立ち下がりエッジが生じ、350ms の遅延時間がスタートします。遅延時間が経過する前に負荷電流が 500mA より下がると、タイマの出力は“H”に留まり、回路ブレーカはトリップしません。

負荷電流が大きいほど、電流検出アンプの出力電圧が高くなり、遅延時間が短くなります（図 2 を参照）。たとえば、5A の負荷電流はわずか 60ms で回路ブレーカをトリップします。500mA のしきい値を超える平均負荷電流に依存して、遅延時間（つまりトリップ時間）は 30ms ~ 400ms のどこかになります。

一旦トリップすると、負荷電流はゼロに低下します。これにより、電流検出コンパレータを“H”にリセットします。この立ち上がりエッジも LTC6994-2 によって遅延します。この最小電流検出出力電圧により、この遅延は約 1.3 秒の最大

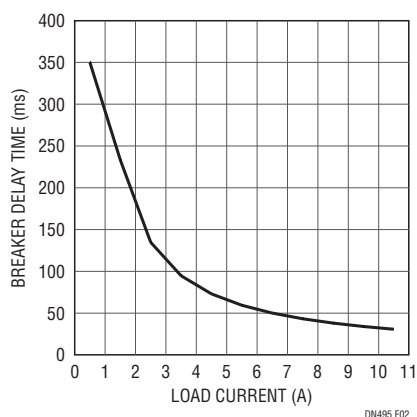


図 2. 低い電流変動がブレーカをトリップするには、比較的に長い時間持続する必要がある。大きな電流はもっと短い時間で回路ブレーカをトリップする。

時間に伸びます。この遅延の後、回路ブレーカが閉じ、再び負荷に電力を供給します。この自動リトライ機能は、追加の部品を必要としません。

5A の負荷電流スパイクに対する回路の応答と、自動リトライを図 3 に示します。負荷電流が高すぎるままだと、トリップ / リトライのサイクルが引き続き繰り返されます。回路ブレーカが最初に閉じられるとき、電流サージが生じるのは珍しくなく、コンパレータをトリップすることがあります。その時間がタイマの遅延時間より短ければ、ブレーカは閉じたまま、自己誘発による際限のない不要トリップの繰り返し避けられます。

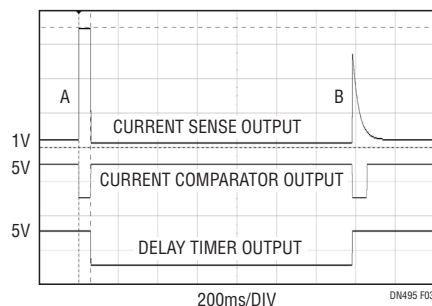


図 3. トリップおよびリトライのシーケンス例。A 点で 5A の負荷電流スパイクによってコンパレータがトリップし、その 60ms 後にブレーカが開く。1.3 秒の遅延時間が経過した後、B 点でタイマがブレーカを閉じる。そのときの起動電流の短時間のスパイクは、ブレーカを再度トリップするほど大きくはなく、時間も長くはない。

リトライ間隔の延長

LTC6994-2 の遅延タイマは、タイミング時間を広範囲に設定するために 8 つの分周設定を備えています。必要に応じて、図 1 に示されている 1 個のオプション抵抗を追加すると、遅延ブロックが新しい設定にシフトし、リトライ間隔が伸びます。これにより、フォールト状態が解消するための時間を延ばすことができます。回路ブレーカの応答時間は影響を受けません。

示されている値の場合、回路ブレーカがトリップして電流がゼロに下がると、コンパレータの“H”レベルが DIV ピンを高い電圧レベルにバイアスし、リトライ時間が延びて 10 秒になります。

まとめ

ここに示す回路は、いくつかの抵抗値を変えることによって異なるタイミング要件に対して簡単に改造することができます。可変ブレーカ・タイミング機能付きで、双方向負荷電流をモニタするには、LT1999 などの他の電流検出デバイスも使うことができます。

データシートのダウンロード: <http://www.linear-tech.co.jp>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn495f LT/AP 1011 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2011