

SUPPRESSOR DEVICES FOR RELAY COILS

The inductive nature of relay coils allows them to create magnetic forces which are converted to mechanical movements to operate contact systems. When voltage is applied to a coil, the resulting current generates a magnetic flux, creating mechanical work. Upon deenergizing the coil, the collapsing magnetic field induces a reverse voltage (also known as back EMF) which tends to maintain current flow in the coil. The induced voltage level mainly depends on the duration of the deenergization. The faster the switch-off, the higher the induced voltage.

All coil suppression networks are based on a reduction of speed of current decay. This reduction may also slow down the opening of contacts, adversely affecting contact life and reliability. Therefore, it is very important to have a clear understanding of these phenomena when designing a coil suppression circuitry.

Typical coil characteristics

On the graph below, the upper record shows the contacts state. (High level NO contacts closed, low level NC contacts closed, intermediate state contact transfer). The lower record shows the voltage across the coil when the current is switched off by another relay contact.

The surge voltage is limited to -300V by the arc generated across contact poles. Discharge duration is about 200 microseconds after which the current change does not generate sufficient voltage. The voltage decreases to the point where the contacts start to move, at this time, the voltage increases due to the energy contained in the NO contact springs. The voltage decreases again during transfer, and increases once more when the magnetic circuit is closed on permanent magnet.

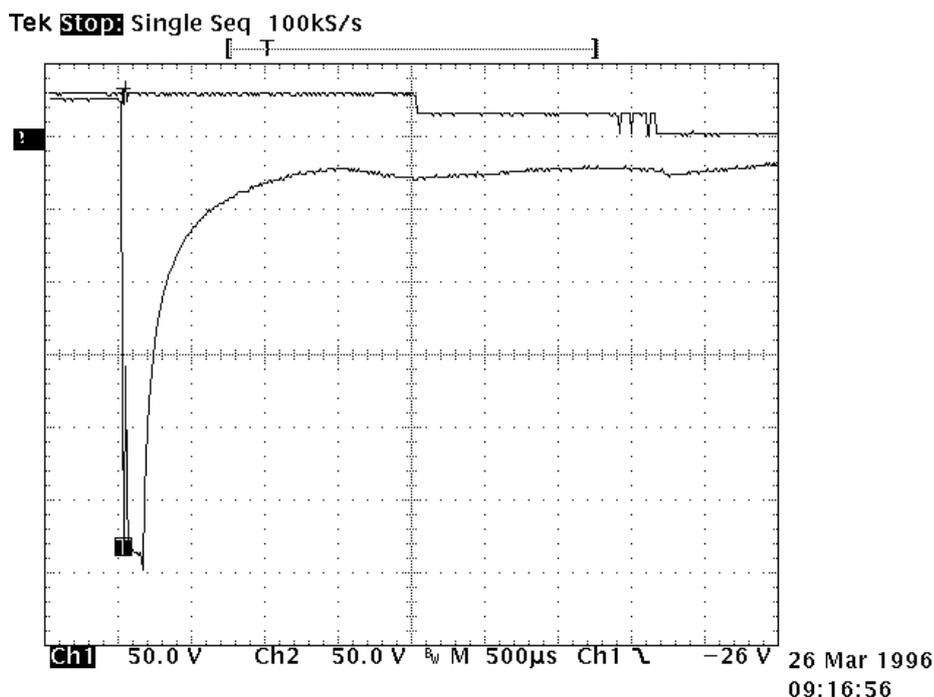
Operating times are as follows:

Time to start the movement 1.5ms

Total motion time 2.3ms

Transfer time 1.4ms

Contact State



LEACH INTERNATIONAL EUROPE S.A.S.

Tel: +33 3 87 97 98 97

Fax: +33 3 87 97 96 86

LEACH INTERNATIONAL ASIA PACIFIC

Tel: +852 2 191 3830

Fax: +852 2 389 5803

The technical information provided by Leach International Europe is to be used as a guide only, and is not meant for publication or as documentation for altering any existing specification. Dimensions are in millimeters unless otherwise specified. Rev. 06/2019.

Types of suppressors:

Passive devices.

The resistor capacitor circuit

It eliminates the power dissipation problem, as well as fast voltage rises. With a proper match between coil and resistor, approximate capacitance value can be calculated from:

$$C = 0.02 \times T / R, \text{ where}$$

T = operating time in milliseconds

R = coil resistance in kiloOhms

C = capacitance in microFarads

The series resistor must be between 0.5 and 1 times the coil resistance. Special consideration must be taken for the capacitor inrush current in the case of a low resistance coil.

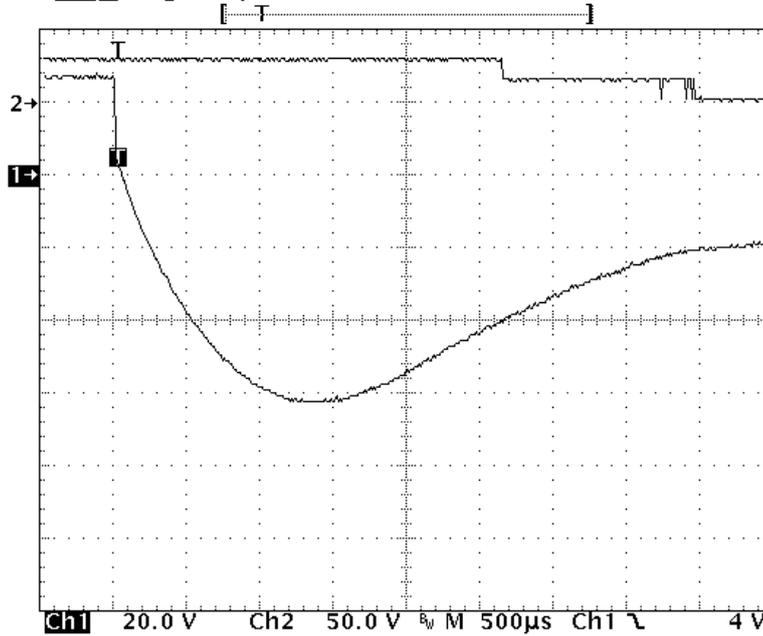
The record shown opposite is performed on the same relay as above. The operation time becomes:

- time to start the movement 2.3ms

- transfer time 1.2ms

The major difficulty comes from the capacitor volume. In our example of a relay with a 290 Ω coil and time delay of 8 ms, a capacitance value of $C=0.5 \mu\text{F}$ is found. This non polarized capacitor, with a voltage of 63V minimum, has a volume of about 1cm^3 . For 150V, this volume becomes 1.5cm^3 .

Tek **Stop:** Single Seq 100kS/s



26 Mar 1996
09:19:03

The bifilar coil

The principle is to wind on the magnetic circuit of the main coil a second coil shorted on itself. By a proper adaptation of the internal resistance of this second coil it is possible to find an acceptable equilibrium between surge voltage and reduction of the opening speed. To be efficient at fast voltage changes, the coupling of two coils must be perfect. This implies embedded windings. The volume occupied by the second coil reduces the efficiency of the main coil and results in higher coil power consumption. This method cannot be applied efficiently to products not specifically designed for this purpose.

The resistor (parallel with the coil)

For efficient action, the resistor must be of the same order of magnitude as the coil resistance. A resistor 1.5 times the coil resistance will limit the surge to 1.5 times the supply voltage. Release time and opening speed are moderately affected. The major problem is the extra power dissipated.

Semi-conductor devices

The diode

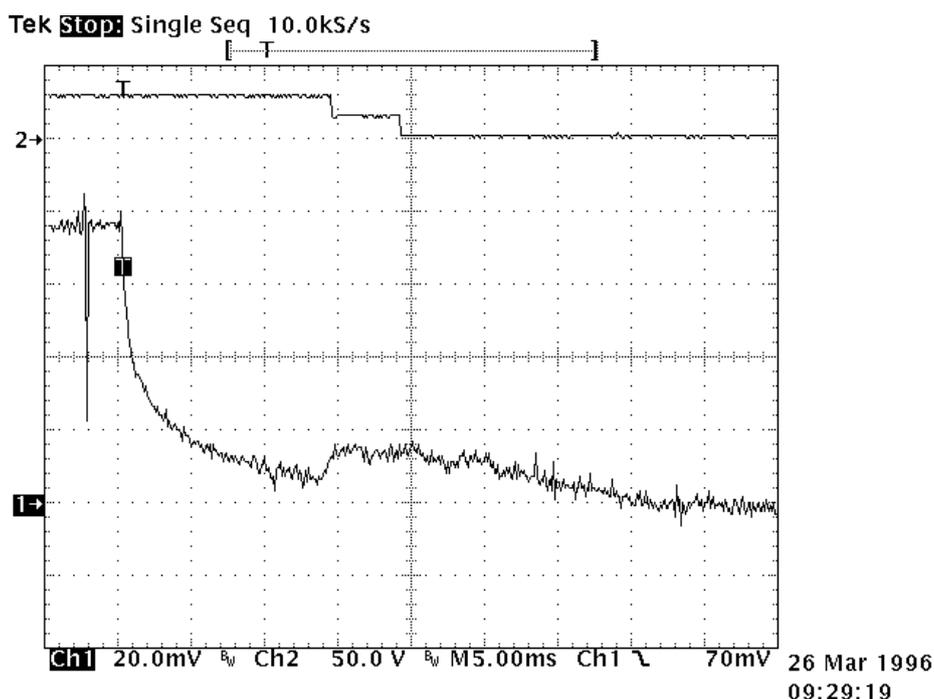
It is the most simple method to totally suppress the surge voltage. It has the major disadvantage of the higher reduction of contact opening speed. This is due to the total recycling, through the diode, of the energy contained in the coil itself. The following measurement is performed once again on the same relay. Operation times are given by the upper curve:

- time to start the movement 14ms
- transfer time 5ms

These times are multiplied by a coefficient from 4 to 8.

The lower curve shows the coil current. The increase prior to NO contact opening indicates that the contact spring dissipates its energy. At the opening time the current becomes constant as a result of practically zero opening speed.

Due to this kind of behavior, this type of suppression must be avoided for power relays. For small relays which have to switch low currents of less than 0.2 A, degradation of life is not that significant and the method may be acceptable.



The diode + resistor network

It eliminates the inconvenience of the resistor alone, explained above, and it limits the action of a single diode. It is now preferred to use the diode + zener network.

The diode + zener network

Like the resistor, the zener allows a faster decurrent decay. In addition it introduces a threshold level for current conduction which avoids the recycling of energy released during contact movement.

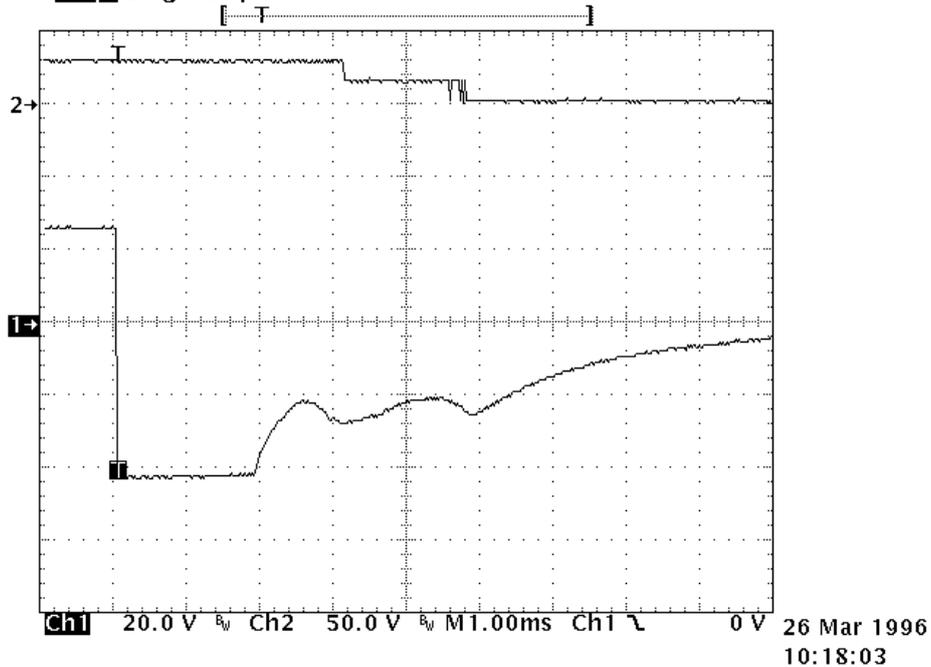
The lower curve on the opposite record demonstrates those characteristics. Voltage limitation occurs at 42V. The two voltages spikes generated by internal movement are at lower levels than zener conduction. As a result, no current is recycled in the coil.

The opening time phases are as follows:

- time to start the movement 2.6ms
- total motion time 2.4ms
- transfer time 1.4ms

The release time is slightly increased. The contacts' opening speed remains unchanged.

Tek **Stop**: Single Seq 50.0kS/s



DISPOSITIFS D'ECRETAGE POUR RELAIS

Les bobines de relais sont inductives, c'est ce qui leur permet de créer les efforts et les mouvements qui font fonctionner les contacts. Lorsque la tension est appliquée sur une bobine, le courant qui s'établit génère le flux magnétique créateur de l'effort. A la coupure du circuit, la variation de flux inverse génère une tension qui tend à maintenir le courant qui circulait dans la bobine. La tension générée dépend essentiellement du dispositif de coupure. Plus cette coupure est rapide plus la surtension est élevée. Tous les dispositifs de limitation sont basés sur un ralentissement de la vitesse de décroissance du courant.

Cette réduction peut présenter l'inconvénient de ralentir également le mouvement interne du relais, donc les conditions d'ouverture des contacts, avec de ce fait, répercussion sur la durée de vie et la fiabilité.

Il est donc important lors de la définition des dispositifs de commande des bobines de bien comprendre ces phénomènes.

Caractéristiques typiques des bobines

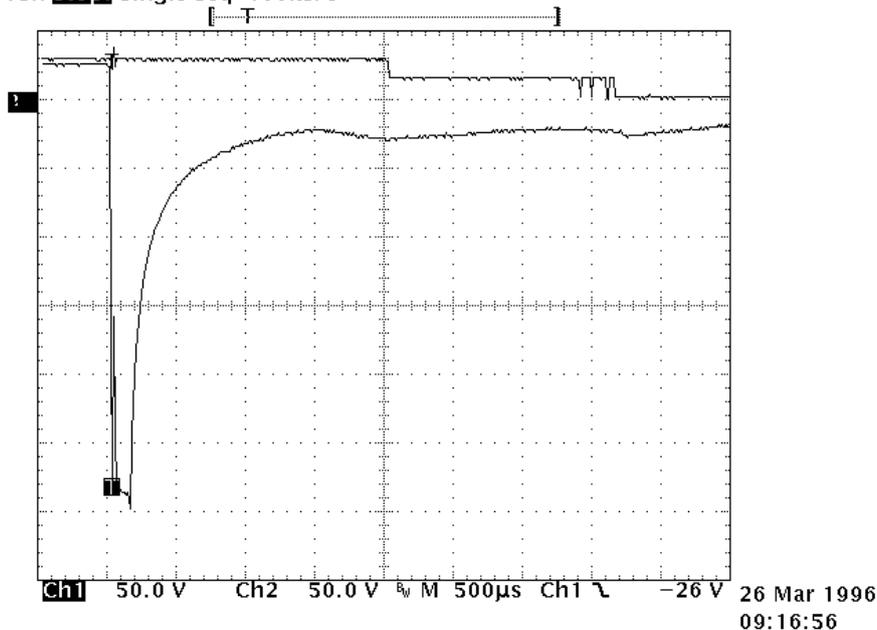
Sur le diagramme ci-contre, la courbe supérieure indique l'état des contacts. (état haut travail, état bas repos, état intermédiaire en transfert). La courbe inférieure montre la tension qui apparaît aux bornes de la bobine lorsque le courant est coupé par un contact de relais.

La surtension est écrêtée à -300V par la décharge lumineuse qui se produit aux bornes de ces contacts. L'écrêtage a une durée de 200 μ s après laquelle les variations de courant ne génèrent plus une tension suffisante. La tension décroît jusqu'au début du mouvement de l'équipage mobile, à ce moment la tension remonte du fait de la libération d'énergie des ressorts de contact travail. La tension chute pendant le transfert, puis croît de nouveau, lorsque le circuit magnétique se referme sur l'aimant permanent.

Les temps d'ouverture se décomposent en:

- Temps jusqu'au début de mouvement: 1,5ms
- Temps total de mouvement: 2,3ms
- Temps de transfert: 1,4ms

Tek **Stop**: Single Seq 100kS/s



Les différents types d'écrêteur

Dispositifs passifs

Le circuit résistance - capacité

Il élimine le problème de la dissipation, ainsi que les fronts rapides de tension. Avec une bonne adaptation entre capacité et self, il ne ralentit pas l'ouverture. Dans certain cas de relais polarisés l'ouverture peut même être accélérée. La valeur de la capacité peut être calculée en utilisant la formule approximative:

$$C = \frac{0,02 \times T}{R}$$

T = temps de réponse à l'enclenchement en ms
 R = résistance bobine en KOhms
 C = capacité en μ Farad

La résistance série doit être comprise entre 0,5 et 1 fois la résistance bobine. Dans le cas de bobine de faible résistance, il faut faire attention au courant de charge de la capacité.

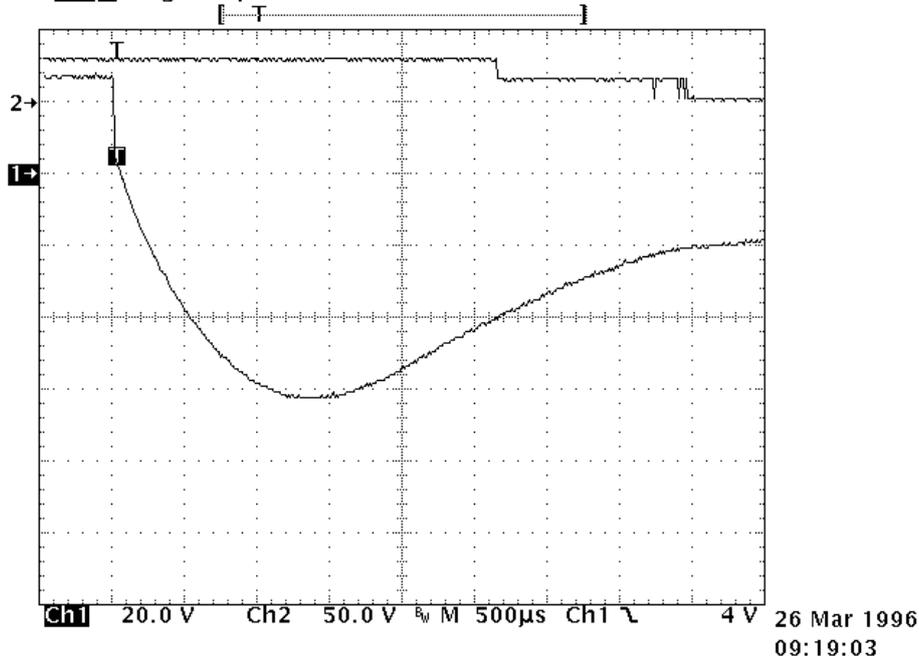
Dans l'exemple ci-contre, effectué avec le même relais que précédemment, les temps deviennent:

- Temps jusqu'au début du mouvement: 2,2 ms
- Temps de transfert: 1,2 ms

Il y a donc eu une légère accélération de la vitesse de transfert.

L'inconvénient principal réside dans le volume de la capacité. Notre exemple utilise un relais à bobine 290 Ohms et temps de réponse 8 ms. On trouve $C=0,5 \mu\text{F}$. Cette capacité non polarisée de 63 V au minimum, a un volume d'environ 3cm^3 .

Tek **Stop**: Single Seq 100kS/s



L'enroulement bifilaire

Le principe est de disposer, sur le circuit magnétique de la bobine principale, un second enroulement mis en court-circuit. Par une bonne adaptation de la résistance secondaire il est possible de trouver un compromis acceptable entre la surtension et le ralentissement. Cette méthode purement interne au relais présente des difficultés technologiques de réalisation. Pour être efficace aux variations rapides, le couplage entre les deux enroulements doit être parfait. Ceci implique pratiquement des enroulements imbriqués. Le volume occupé par le second enroulement diminue l'efficacité, et donc augmente la puissance nécessaire. Cette méthode ne peut être appliquée efficacement qu'à des produits étudiés spécifiquement pour cette caractéristique.

La résistance (en parallèle sur la bobine)

Pour présenter une certaine efficacité, la résistance doit être du même ordre de grandeur que la résistance de la bobine. Une résistance de 1,5 fois la bobine va limiter à 1,5 fois la tension d'alimentation. Le temps et la vitesse de retombé sont affectés modérément. L'inconvénient majeur est la puissance dissipée.

Les dispositifs à semi-conducteurs

La diode

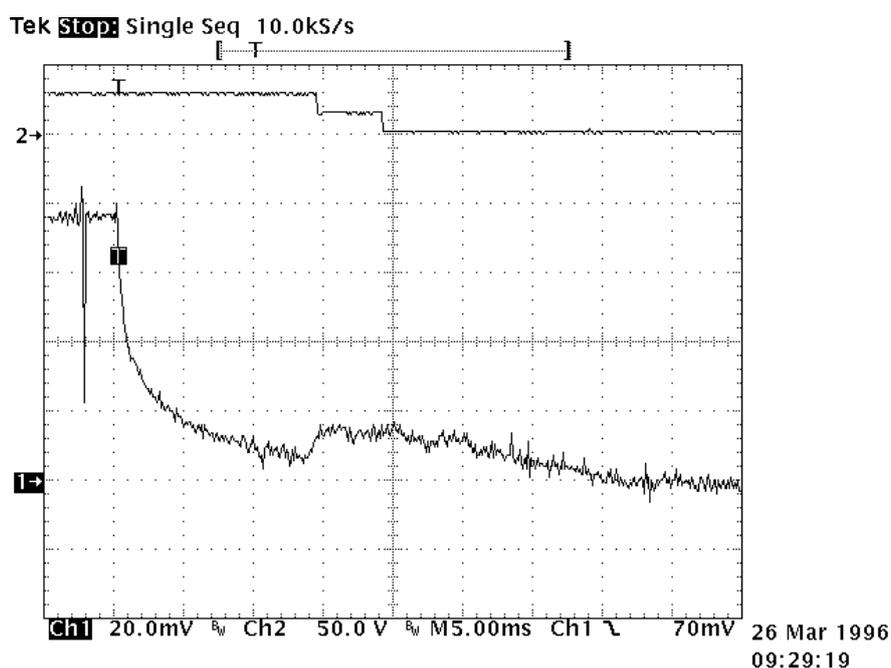
C'est la méthode la plus simple et qui supprime toute surtension. Elle présente toutefois un inconvénient majeur qui est le ralentissement maximum de la vitesse d'ouverture. En effet la diode recycle la totalité de l'énergie dans la bobine elle-même. Le relevé ci-contre est toujours pris sur le même relais. Les temps indiqués par la courbe 2 deviennent:

Temps jusqu'au début du mouvement: 14ms
Temps de transfert: 5ms

Ces temps sont donc multipliés par un coefficient de 4 à 8.

La courbe 1 montre le courant dans la bobine. La remonté indique la libération d'énergie des contacts travail. Au moment où ils s'ouvrent, le courant redevient constant indiquant une ouverture des contacts à vitesse pratiquement nulle.

Il résulte de ces caractéristiques que ce type d'écrêtage est absolument à proscrire pour les relais de puissance avec aimant de polarisation. Pour les petits relais ayant à commuter des courants faibles inférieurs à 0,2 A, la dégradation de durée de sa vie n'est pas significative, et la méthode est acceptable.



Le réseau diode + résistance

Il permet d'éliminer l'inconvénient résistance seule cité précédemment, et de limiter l'inconvénient diode seule. Il est maintenant préférable d'utiliser le réseau diode + zener.

Le réseau diode + zener

Comme la résistance, la zener accélère la vitesse de décroissance du courant. En plus elle introduit un seuil de conduction qui permet d'éviter le recyclage de la libération d'énergie lors du mouvement de l'élément mobile.

L'enregistrement ci-contre met en évidence ces caractéristiques. La courbe 1 monte la tension qui est écrêtée à -42 V. Les 2 remontées de tension lors de l'ouverture sont inférieures au seuil de conduction.

Les temps d'ouverture se décomposent en:

- Temps jusqu'au début du mouvement: 2,6ms
- Temps total de mouvement: 2,4ms
- Temps de transfert: 1,4ms

La vitesse d'ouverture des contacts est donc inchangée.

