

# A IMPORTÂNCIA DOS DIODOS NOS SOLENÓIDES E RELÊS DAS MÁQUINAS DE PINBALL TAITO

Ricardo Barijan

Olá pessoal. Tenho visto muitas perguntas sobre os famosos diodos que são ligados aos solenóides e relês encontrados nas máquinas de fliperama, tanto nas Taito como em outras.

Como de fato esses diodos apresentam problemas com certa frequência, às vezes são o pesadelo dos técnicos, restauradores e proprietários. Por isso achei interessante escrever esse artigo explicando o porquê da existência desses diodos, pois acredito que, uma vez entendida a lógica de sua utilização, eventuais problemas poderão ser solucionados com mais facilidade.

Vou procurar manter o texto em um nível prático, sem perder tempo com fórmulas e outras perfunctórias, indo direto ao que interessa e ao que realmente será útil para quem estiver efetuando reparos na máquina.

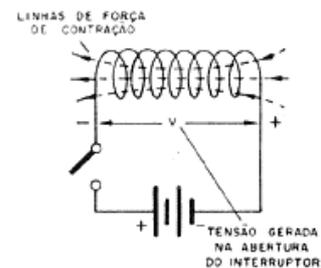
Quanto aos solenóides, muitos costumam chamá-los simplesmente de bobinas, mas fique claro que a bobina é apenas uma parte do solenóide, que é o conjunto completo, ou seja, a bobina, e o núcleo móvel. Sua função básica é transformar energia elétrica em energia mecânica (cinética) linear.

Os tais diodos exercem duas funções distintas, que são a proteção do circuito e a polarização da varredura. Algumas bobinas precisam de apenas um deles, outras requerem os dois. Vamos analisar cada um desses casos.

## DIODO DE PROTEÇÃO CONTRA TENSÃO REVERSA

Estes diodos, usados para a proteção do circuito contra tensão reversa, são encontrados em TODOS os relês e bobinas da máquina. Se você encontrar alguma sem pelo menos um diodo, aí tem coisa errada!

No momento em que um relê ou solenóide é desligado, as linhas de força do intenso campo magnético gerado pela bobina que se encontravam em seu estado de expansão máxima se contraem. Nesta contração, as espiras da bobina são "cortadas", havendo então a indução de uma corrente elétrica. Esta corrente tem polaridade oposta àquela que criou o campo e pode atingir valores de tensão muito altos. O núcleo móvel, retornando à sua posição original pela força da mola contribui ainda mais para o fenômeno.

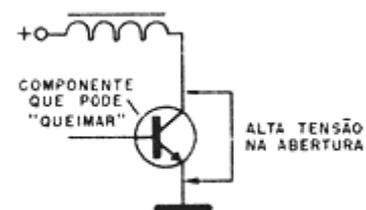


Experimente algum dia segurar nos contatos da bobina de um relê e raspar neles uma bateria de 9 volts. É bem provável que você leve um pequeno choque.

Este efeito era usado naqueles livros das lojas de truques e mágicas, que ao ser aberto dava um choque na vítima e utilizava apenas uma pilha de 1,5V ligada a um interruptor vibratório e a uma bobina com muitas espiras de fio fino.

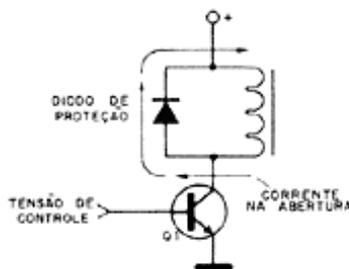
Tudo bem, já sabemos que uma alta tensão reversa é gerada nos terminais da bobina, mas e aí? O que o tal do diodo tem a ver com isso e porque ele não é dispensável?

O problema é que essa tensão reversa pode danificar os componentes que acionam a bobina, os TIPs por exemplo, que não estão dimensionados para tensões reversas desse porte. As placas dos TIP já possuem um diodo, às vezes interno ao próprio TIP, justamente para proteção. Mas mesmo este diodo pode não suportar o "coice" de um solenóide. Além do mais, o pico de tensão tem que ser absorvido logo na bobina, evitando circular pela fiação

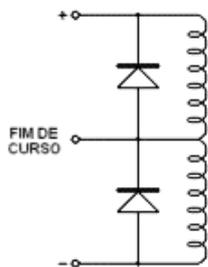
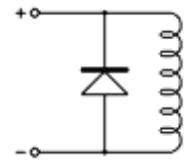


pois o fenômeno também gera transientes que literalmente atravessam o circuito, chegando até o rack, podendo travá-lo, deixá-lo temporariamente "doido", ou até danificá-lo de forma permanente.

Para contornar esses problemas instala-se um diodo polarizado inversamente em relação a tensão de acionamento. Assim, se no momento da interrupção da corrente ocorrer a indução de uma alta tensão nos extremos da bobina, esse diodo, estando polarizado no mesmo sentido dessa tensão, apresentará uma baixa resistência, absorvendo a energia que, de outra forma, poderia afetar o restante do circuito.



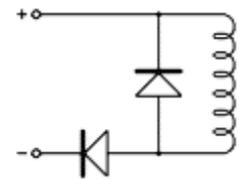
Sendo assim, todos os solenóides e relês TÊM que ter pelo menos um diodo ligado em paralelo com cada enrolamento. O esquema mais simples de ligação é esse ao lado, válido para as bobinas não comandadas, como por exemplo as dos bumpers e batedores (sling-shot) que não são comandadas pelo rack, mas sim acionadas diretamente por um contato mecânico (interruptor) colocado no playfield.



Isso é válido também para as bobinas dos flippers, que por terem dois enrolamentos necessitam de dois diodos de proteção, um para cada enrolamento, conforme se vê no diagrama ao lado. O "tap" central da bobina é ligado no interruptor de fim de curso, que serve para fazer com que apenas um enrolamento (com poucas espiras de fio grosso) seja acionado no momento inicial e que o outro enrolamento (com muitas espiras de fio fino) seja acionado em série com o primeiro quando o flipper chegar na sua posição máxima. Isso permite manter o flipper levantado sem que ele se queime, pois a corrente das duas bobinas em série é bem menor do que a alta corrente inicial, necessária para dar "força" ao flipper.

### DIODO DE POLARIZAÇÃO DA VARREDURA

Existem outras bobinas de solenóide no playfield que utilizam dois diodos, apesar de terem apenas um enrolamento. Essas são as bobinas comandadas, ou seja, aquelas controladas pelo rack. Podemos incluir nessa categoria os solenóides que levantam ou derrubam os banks de bandeiras, solenóides de caçapas, alguns tipos de magna-saver, ou qualquer outro que seja controlado eletronicamente pelo rack.

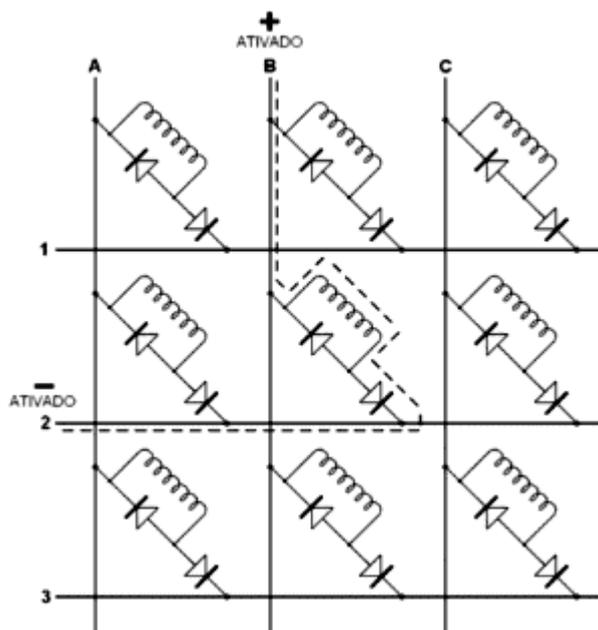


O diodo adicional é colocado em série com a bobina e não tem nada a ver diretamente com ela, mas sim com a forma que o rack controla as bobinas.

Lembre-se que nessas bobinas, o terminal central não está conectado a nenhum enrolamento, servindo apenas como suporte para um dos diodos e para um dos fios de acionamento.

As bobinas comandadas, assim como as lâmpadas comandadas, funcionam por um sistema de matriz de varredura, no qual o que determina qual solenóide será acionado é uma combinação de qual linha e qual coluna da matriz estão acionadas num determinado instante.

Observe na figura ao lado, para acionar a bobina situada no centro da matriz basta energizar positivamente a coluna B e negativamente a linha 2. A linha pontilhada indica o caminho da corrente elétrica. O diodo em série impede que a corrente circule reversamente pela baixa resistência das bobinas, acionando mais de uma bobina simultaneamente.



A razão desta sistema em forma de matriz é simplificar o circuito e reduzir custos de uma forma inteligente. O circuito ao lado requer apenas seis condutores para acionar nove bobinas. O mesmo circuito utilizando o padrão de terra comum necessitaria de dez condutores.

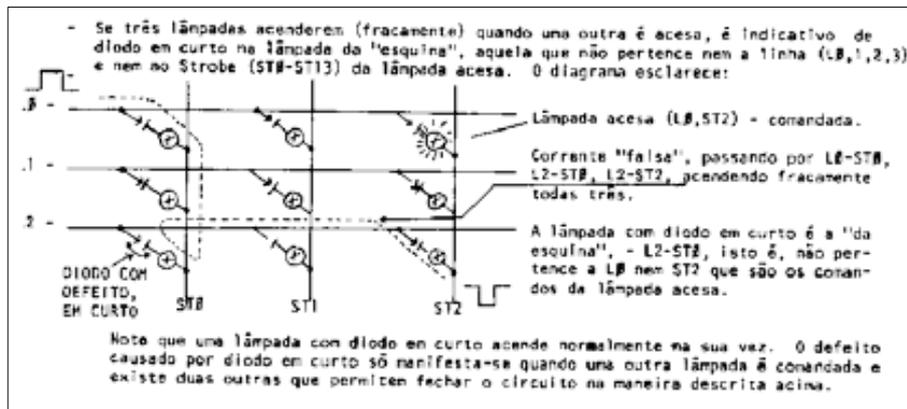
Quanto maior a matriz, maior essa diferença e conseqüentemente a economia em fiação, TIPs, etc.

Já repararam quantos fios entram pelos conectores do playfield? Não são tantos assim, não é mesmo? Agora imagine se houvesse um terra comum e um fio pra cada lâmpada, cada solenóide e cada contato? Seria inviável.

Um diodo de varredura aberto fará com que a respectiva bobina simplesmente não funcione sendo assim fácil detectá-lo e substituí-lo.

Já um diodo em curto ou a ligação direta sem o diodo causará efeitos estranhos, que afetarão vários outros solenóides, mas não o diretamente relacionado à falha. Curioso não? Um solenóide pode ter seu diodo de varredura em curto e operar perfeitamente, com a maior pinta de inocente.

As consequências serão sentidas em outras partes do playfield. Por exemplo, dois ou mais outros solenóides acionando simultaneamente. Solenóides acionando em momentos errados ou com pouca força, etc.



Isso é válido também para lâmpadas comandadas, que também tem um diodo de polarização. Esse diagrama, retirado do manual da Taito exemplifica bem os sintomas de diodo em curto.

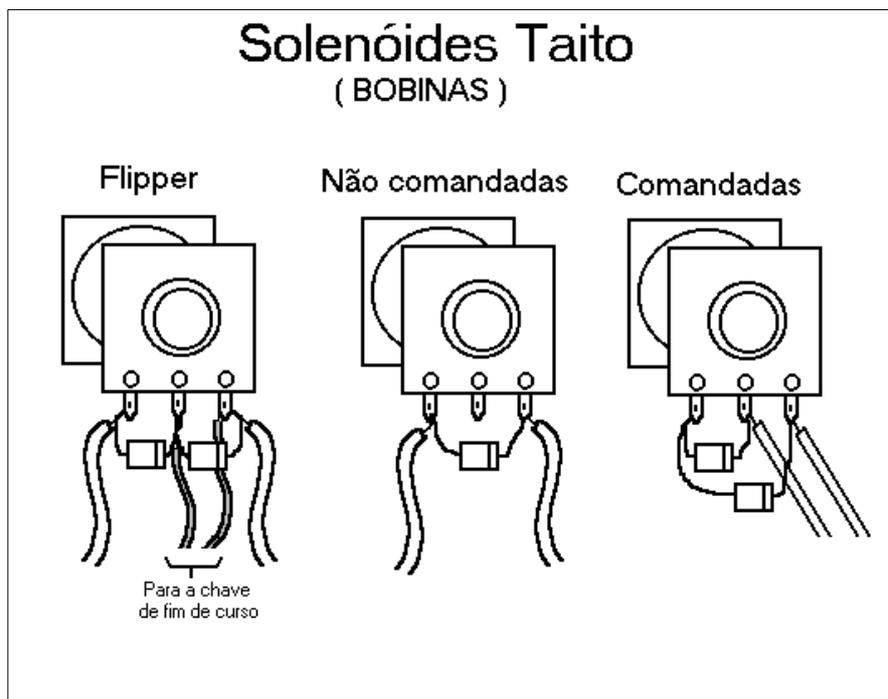
Note que o diodo em curto está na lâmpada do canto inferior esquerdo da matriz, mas três outras lâmpadas são afetadas.

## DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DAS BOBINAS DOS SOLENÓIDES

Os diagramas ao lado mostram as três ligações mais comuns nas máquinas da Taito. A primeira é a **bobina do flipper**, o fio da esquerda da figura é o negativo, o da direita o positivo e os dois ao centro vão para a chave de fim de curso.

A segunda é a **bobina não comandada**, simplesmente o diodo em paralelo com o enrolamento da bobina. Da mesma forma o fio à esquerda é o negativo e o da direita o positivo.

A terceira é a **bobina comandada**, tem o mesmo diodo em paralelo com a o enrolamento, mais um diodo adicional em série, note que o terminal central serve apenas como suporte.



Observações:

1) Frequentemente pode haver mais de um fio, da mesma cor, ligado a um terminal da bobina. Isso é normal, pois de lá ele vai para outra bobina que utiliza a mesma alimentação no caso das não comandadas, ou que pertence à mesma linha ou coluna da matriz de varredura, no caso das comandadas.

2) Como bobina não tem polaridade, pode acontecer de se encontrar bobinas com as ligações exatamente inversas às descritas acima, mas certifique-se que os diodos seguem a mesma lógica em relação à fiação. Felizmente a Taito procurou seguir um padrão e coisas desse tipo geralmente são arte de algum técnico.

Isso não vale para a bobina dos flippers, que apesar de também não terem polaridade, têm conexões específicas para seus dois enrolamentos, que internamente são bem diferentes.

3) A maioria das bobinas comandadas e não comandadas são intercambiáveis entre si, ficando a diferença por parte da ligação. Em compensação, bobina de flipper, só pra flipper.

### **DEFEITOS MAIS COMUNS E SEUS SINTOMAS**

Aqui vai uma lista dos vários defeitos e sintomas relacionados aos diodos de lâmpadas e solenóides.

**Defeito:** Diodo de PROTEÇÃO ABERTO ou inexistente em bobina COMANDADA.

**Sintomas:** Queima de placa TIP; travamento do rack; queima do rack; contagem de pontos ou acionamento de sons indevidos, queima do fusível relacionado à bobina ou da placa TIP.

**Obs.:** A bobina aciona mesmo com o diodo aberto, até que um dos danos acima ocorram, o que pode ser queise que instantâneo ou pode até demorar dias.

**Defeito:** Diodo de PROTEÇÃO em CURTO em bobina COMANDADA.

**Sintomas:** Queima de placa TIP; queima do fusível relacionado à bobina ou da placa TIP.

**Obs.:** A bobina não aciona.

**Defeito:** Diodo de PROTEÇÃO ABERTO ou inexistente em bobina NÃO COMANDADA ou de FLIPPER.

**Sintomas:** Travamento do rack (por transiente); queima do rack; contagem de pontos ou acionamento de sons indevidos; queima do fusível relacionado à bobina; danos à fonte (diodos retificadores). Desgaste acelerado (queima) dos contatos que acionam a bobina ou também dos contatos de fim de curso no caso dos Flippers. Colamento dos contatos (fusão), o que pode causar acionamento permanente da bobina, que no caso de bumpers e batedores pode significar incêndio eminente se o fusível não abrir!

**Obs.:** A bobina aciona mesmo com o diodo aberto, e pode continuar funcionando mesmo que algum dos danos acima ocorram.

**Defeito:** Diodo de PROTEÇÃO em CURTO em bobina NÃO COMANDADA ou de FLIPPER.

**Sintomas:** Queima do fusível (99,9% dos casos); queima dos diodos da fonte caso o fusível tenha sido substituído por um de maior valor ou por jumpers (pasmem, mas fazem isso).

**Obs.:** A bobina não aciona. Se o fusível foi jumpeado prepare-se pra ver fumaça.

**Defeito:** Diodo de POLARIZAÇÃO de varredura em CURTO em bobina COMANDADA.

**Sintomas:** Acionamento simultâneo de outras bobinas no playfield, mesmo quando a bobina relacionada ao diodo funciona perfeitamente. Outras bobinas acionando a meia força. Queima da placa TIP se o defeito se prolongar por muito tempo, às vezes questão de dias.

**Obs.:** A bobina "culpada" aciona normalmente (na verdade o culpado é o diodo). Esse sintoma é válido também para lâmpadas comandadas.

**Defeito:** Diodo de POLARIZAÇÃO de varredura ABERTO em bobina COMANDADA.

**Sintomas:** A bobina simplesmente não aciona. Fácil de detectar.

**Obs.:** Verifique se a causa da queima do diodo não é um curto na bobina. Esse sintoma é válido também para lâmpadas comandadas.

Críticas e sugestões: [barijan@usa.net](mailto:barijan@usa.net)

*Um abraço a todos,  
Ricardo Barijan  
29/06/2001*