

RELÉS CIRCUITOS E APLICAÇÕES



Instituto Newton C. Braga
www.newtoncbraga.com.br
contato@newtoncbraga.com.br

Relés - Conceitos e Aplicações

Autor: Newton C. Braga

São Paulo - Brasil - 2012

Palavras-chave: Eletrônica - Engenharia Eletrônica
- Componentes - Educação Tecnológica

+ **INFORMAÇÕES**

METALTEX

<http://www.metaltex.com.br>

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA

<http://www.newtoncbraga.com.br>

Copyright by
INSTITUTO NEWTON C. BRAGA
1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Estas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

Diretor responsável: Newton C. Braga
Diagramação e Coordenação: Renato Paiotti
Revisão: Marcelo Braga

ÍNDICE

Capítulo 1 - Uma Breve História dos Relés	9
Capítulo 2 – Como Funcionam os Relés	19
Capítulo 3 – Os Relés na Prática	25
Capítulo 4 – Os Relés Reed	35
Capítulo 5 – As Especificações dos Relés	39
Capítulo 6 – Como Usar Corretamente um Relé	47
Capítulo 7 – Circuitos de Excitação (Drivers)	51
Capítulo 8 – Relés em Circuitos Lógicos	65
Capítulo 9 – Relés em Optoeletrônica	73
Capítulo 10 – Aplicações Diversas para Relés	93
Capítulo 11 – Relés de Sstado Sólido	109
Depoimento de Geraldo Lewinski	125
Anexo A - Circuitos Supressores Reduzem Vida Útil dos Relés .	130
Anexo B - Aumentando a Vida Útil de Relés	135
Anexo C - Trabalhando com Relés de Potência	143

INTRODUÇÃO

Em 1988 fomos convidados pelos Srs. Geraldo Lewinski e Enio Lewinski da Metaltex para escrever um livro em que fosse reunido o que de mais importante existe sobre relés, facilitando os usuários deste tipo de componente, projetistas, estudantes e professores. Naquela ocasião, escrevemos o livro Tudo Sobre Relés, que em pouco tempo esgotou toda sua tiragem. O tempo passou, novas tecnologias surgiram com o advento dos relés de estado sólido, mas na sua base o relé eletromecânico ainda se mantém o mesmo, útil, barato e confiável, sendo insubstituível em certas aplicações.

Agora em 2012, lembrando aquela publicação, novamente a Metaltex, através dos Srs. Geraldo e Enio, me convidou a fazer uma nova edição do livro, atualizada. Incluindo os relés de estado sólido e tudo mais que interessasse ao usuário de relés.

Nesta edição teremos uma breve história dos relés, mostrando suas origens e sua importância ao longo do tempo, até nossos dias, o seu princípio de funcionamento, considerando inicialmente os tipos eletromecânicos, o relé na prática e as características dos relés, ensinando o usuário a interpretá-las. Trataremos também dos relés reed, como usar relés e em seguida uma boa sequência de circuitos práticos que podem ser úteis no uso dos relés como drivers, aplicações em circuitos lógicos, optoeletrônica.

Também teremos circuitos completos de aplicações que façam uso de relés, um verdadeiro banco de circuitos e completaremos nosso trabalho com uma interessante entrevista com o Sr. Geraldo Lewinski, fundador da Metaltex, contando toda a história desta empresa.

Acreditamos que este trabalho será de grande utilidade para todos os que fazem uso de um dos mais importantes componentes eletrônicos: o relé.

Newton C. Braga

Capítulo 1 - Uma Breve História dos Relés

Os relés têm sua história intimamente ligada à história do magnetismo e eletromagnetismo. Assim, devemos voltar ao tempo dos gregos antigos que observaram que determinados minérios tinham a estranha propriedade de atrair metais. A magnetita (Fe_3O_4), um óxido de ferro, que era um destes minérios, recebeu este nome justamente por ter sido descoberta na Magnésia, região ao norte da Grécia.

Os gregos não sabiam explicar a natureza do fenômeno que fazia com que o minério atraísse metal, no entanto os objetos feitos com este material passaram a ser conhecidos como ímãs naturais. Também foi observado que certos objetos de metal que entrassem em contato com os ímãs também adquiriam a propriedade de atrair objetos de metal, ou seja, se magnetizavam.



Figura 1 – Peça de magnetita atraindo pregos e limalha.

Coube aos chineses então encontrar a utilidade mais importante para o magnetismo, ao descobrirem que um objeto que fosse magnetizado e apoiado em um suporte de modo a se mover livremente, se orientava de tal maneira a apontar para o norte. Estava descoberta a bússola. Na figura, uma antiquíssima bússola em forma de colher magnetizada que, ao ser apoiada na base, se equilibrava perfeitamente e apontava para o norte.



Figura 2 – Bússola de 500 anos a.C., usada pelos chineses

Mas foi somente em 1780 que Luigi Galvani (1737-1798), estudando o que se denominava na época de "eletricidade animal", descobriu a excitação dos nervos de rãs dissecadas quando encostava nelas pinças de metal.

Naquela época, os estudiosos separavam a eletricidade estática da corrente elétrica, denominada galvanismo. Coube a Alessandro Volta (1745-1827), pesquisador italiano, inventar a primeira pilha em 1800. Outros pesquisadores como Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) em 1802, Jean André de Luc (1727-1817) em 1809 e Giuseppe Zamboni (1776–1846) também em 1809, aperfeiçoaram a pilha de Volta.

Com a pilha, criando correntes que podiam circular através de certos materiais, ficou bem estabelecido o conceito de corrente elétrica.

No entanto, não se percebia na época nenhuma ligação entre o magnetismo, a eletricidade estática e a eletricidade que podia dar origem às correntes elétricas. Eram coisas diferentes para aqueles estudiosos.

Até que Hans Christian Oersted (1777-1851), em 1820, em uma experiência acidental que demonstrava a circulação da corrente por um fio aos seus alunos, observou que sempre que se fechava o circuito, a agulha de uma bússola que estava nas proximidades se movia.

Colocando a bússola perto do condutor, ele pôde perceber que ela se posicionava perpendicularmente a ele, indicando que a corrente criava um campo magnético.



Figura 3 – Hans Christian Oersted em ilustração feita por Dyrce Braga, mãe do autor deste livro.

Depois da descoberta de Oersted, outros pesquisadores conseguiram novos feitos baseados no fato de que as correntes elétricas podiam criar campos magnéticos. Assim, o alemão Johann C. Schweigger (1779–1857), em 1828, inventou o galvanômetro de bobina móvel.

A indução magnética foi descoberta por Michael Faraday (1791-1867) em 29 de agosto de 1831, abrindo caminho para a invenção do transformador, que ocorreu no mesmo ano. Foi o mesmo Faraday que passou a usar a palavra "transformer" (transformador) para designar sua invenção, dois anos depois.

Uma curiosidade mostra como era difícil para os inventores chegarem às descobertas na época. Hoje podemos ir a qualquer loja de componentes para encontrarmos núcleos de ferro, ferrite, fios esmaltados de qualquer espessura e assim por diante.

Na época de Faraday, ele derretia o cobre para fazer os fios e os encapava com seda, para conseguir os fios isolados que utilizou para enrolar seu primeiro transformador.



Figura 4 – O primeiro transformador feito por Faraday em 1831.

A auto-indução já tinha sido descoberta por J. Henry em 1830, mas ele demorou para publicar sua descoberta, o que só ocorreu em 1832.

Chegamos finalmente ao relé. Foi em 1837 que William Fothergill Cooke (1802-1879), Charles Wheatstone (1802-1875) e Edward Davy (1806-1885) entraram em cena com o novo componente.

A primeira patente de um relé foi obtida por Davy em 1838, recebendo o número British Patent 7719. Nesta patente, ele descrevia sua invenção da seguinte maneira:

“Eu reivindico o modo de se fazer sinais telegráficos ou comunicações entre um lugar distante para outro pelo emprego de relés ou circuitos metálicos através da operação por correntes elétricas” (tradução da própria patente).

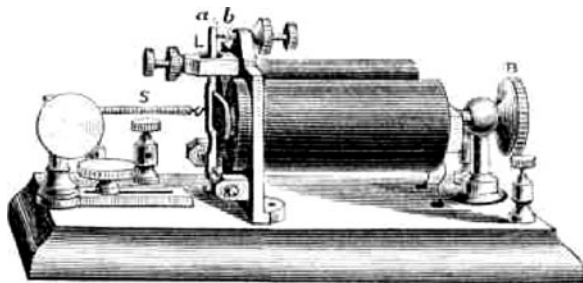


Figura 5 – Desenho da patente do primeiro relé.

Em 1837 (patente britânica 7390), Cookes e Wheatstone descreviam um relé eletromagnético que permitia que um alarme distante fosse controlado pela tensão de uma bateria.

Quase ao mesmo tempo, em 1837, também surgia o primeiro motor elétrico inventado por Thomas Davenport (1802-1851). Outros dispositivos baseados em eletromagnetismo foram criados naquele tempo.

Mas foi o trabalho de James Clerk Maxwell (1831-1879), que unificava o

campo elétrico e o magnético, explicando assim a natureza das ondas eletromagnéticas, que reforçou o conhecimento da eletricidade, possibilitando avanços muito mais rápidos.



Figura 6 - Maxwell desenhado por Dyrce Braga.

Os relés passaram então a fazer parte de novas invenções, com destaque para o telefone de Alexander Graham Bell (1847-1922), em 1876. Os relés estiveram presentes nos sistemas telefônicos durante muitos anos, sendo apenas recentemente substituídos pelos sistemas totalmente eletrônicos, primeiro analógicos e depois digitais. A figura 7 mostra um relé telefônico dos anos 1950.

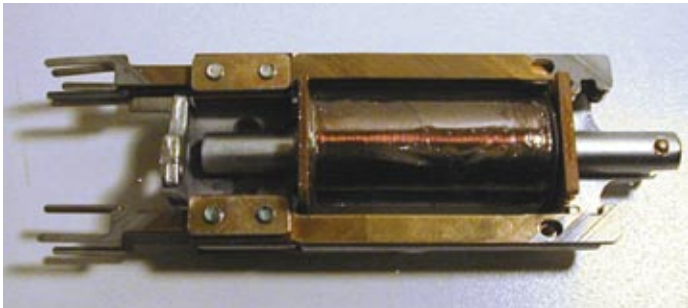


Figura 7 – Um antigo relé telefônico

O primeiro substituto do relé nos sistemas de comutação foi proposto por Irving Langmuir (1881-1957), em 1914. Tratava-se da válvula Thyatron, o equivalente ao gás dos SCRs, que podem ser considerados percussores dos relés de estado sólido.

E, o que muitos não sabem, é que a idéia do MOSFET é anterior à invenção do transistor bipolar comum. Ele foi proposto por Julius Edgar Lilienfeld (1882-1963), em 1930. No entanto, da maneira como proposto, dadas as dificuldades

técnicas da época, o dispositivo nunca chegou a ser construído. Atualmente, ele é a base dos relés de estado sólido.

Foi em 1937 que George Stibitz (1904-1995) percebeu que os relés eletromecânicos, que eram os componentes básicos de todos os sistemas de comutação telefônica da época, também poderiam ser utilizados com outras finalidades.

Stibitz notou que eles podiam realizar operações em sequência e, assim, realizar cálculos matemáticos. Desta forma, usando relés, lâmpadas de lanterna e uma chave feita com uma caixa de metal de charutos, ele montou o primeiro computador com relés: um somador binário.

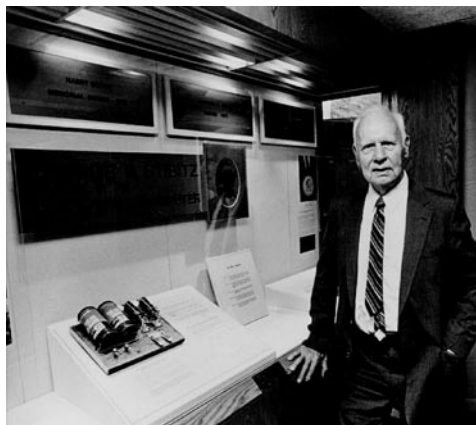


Figura 8 - George Stibitz com seu somador binário (binary adder)

Em 1939, com ajuda de S. B. Williams, construiu o Complex Number Calculator, o primeiro computador digital elétrico do mundo. Esta máquina tinha uma “CPU” formada por 450 relés telefônicos e 10 relés chamados crossbar, que eram relés multi-pólos x multi-posições.

Ele podia encontrar o quociente de dois números de 10 dígitos em “apenas” 30 segundos. A entrada do computador era feita por três tele-máquinas de escrever. O que Stibitz não sabia era que, ao mesmo tempo em que ele trabalhava neste computador, em Berlin, Konrad Zuse (1910-1995) construía uma máquina semelhante e que pesquisadores japoneses também já tinham feito o seu computador com relés no mesmo período.

As idéias de Claude Elwood Shannon (1916-2001) sobre matemática binária ainda não estavam propagadas o suficiente para serem usadas na prática.

Mas, o maior feito deste inventor foi levar uma das máquinas que utilizava para entrar com os dados no computador a um encontro da American Mathematical Association, em Dartmouth, New Hampshire, e usá-la para se comuni-

car através de linhas telefônicas com o Complex Number Calculator, em Nova York.

Foi a primeira demonstração do mundo do que se denomina hoje Computação Remota.

O computador de Stibitz passou a ser chamado de Model 1 Relay Computer, permanecendo em operação até 1949.



Figura 9 - Uma operadora trabalha no Computador Modelo I. Foto da AT&T.

Um fato interessante é que o Complex Number Computer não era programável. Uma combinação de relés controlava de modo contínuo a sequência de operações. O conceito de programação apareceu somente depois, nos computadores da Bell.

O sucesso do Complex Number Computer encorajou Stibitz a construir máquinas mais ambiciosas, incluindo o conceito de fita perfurada. Assim, com a entrada dos Estados Unidos na Segunda Grande Guerra, em 1941, a Bell passou a ter suas atividades concentradas em projetos militares.

O primeiro computador usando relés para uso militar foi o Relay Interpolator, instalado em Washington e que continha 440 relés e uma capacidade de memória para sete números. Este computador fazia uma multiplicação em apenas quatro segundos. Sua principal utilidade era computar tabelas de direcionamento para fogo antiaéreo.

Dois outros computadores foram projetados depois: o Ballistic Computer e o Error Detector Mark 22. O primeiro em 1944 e o segundo um ano depois.

Eles continham 1400 relés e uma capacidade de memória para 10 números. Sua finalidade era ainda realizar cálculos de direcionamento de fogo antiaéreo.

Os maiores computadores da série, entretanto, foram construídos em 1946 e 1947, pesando cada um 10 toneladas e contendo perto de nove mil relés. Estas máquinas já podiam ser consideradas verdadeiros computadores, pois possuíam duas unidades aritméticas separadas, cada qual capaz de funcionar como um computador separado com seus registros de memória e dispositivos de entrada e saída.

Já estava presente ali o conceito de “processamento paralelo”, pois cada uma resolvia parte do problema para depois os resultados serem processados.

A partir destas máquinas também surgia um conceito de “sistema operacional”, pois havia uma unidade que controlava as unidades aritméticas, memória e operações de entrada e saída, tudo isto feito com relés!

Devido ao fato dos relés estarem sujeitos a falhas, os engenheiros da Bell desenvolveram circuitos que se auto-verificavam a cada passo da computação e se alguma coisa desse errado eles paralisavam a computação.

A Bell, na época, desenvolveu a notação bi-quinária, conforme a tabela mostrada abaixo.

Dígito Decimal	Relés	
0	01	00001
1	01	00010
2	01	00100
3	01	01000
4	01	10000
5	10	00001
6	10	00010
7	10	00100
8	10	01000
9	10	10000

Foi então que sugeriram os computadores eletrônicos, em que inicialmente as válvulas substituíram os relés, depois os transistores substituíram as válvulas e, posteriormente, os circuitos integrados substituíram os transistores.

Os relés eletromecânicos ainda continuaram sendo usados em muitas outras aplicações, incluindo-se neste caso os automóveis, eletrodomésticos e controle industrial.

Com a criação do circuito impresso em 1943, os relés se adaptaram à nova tecnologia de montagem com invólucros apropriados.

Na figura 10 temos um antigo relé da Metaltex.

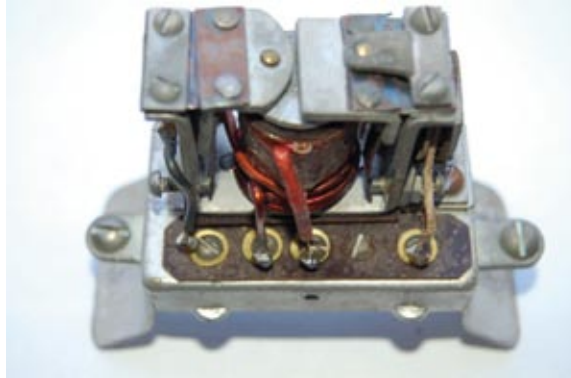


Figura 10 – Relé antigo da Metaltex.

O aparecimento do primeiro relé reed é de 1960. Na verdade, o componente apareceu com o nome de ferreed switch, tendo sido inventado nos laboratórios da Bell. Ele era formado por dois contatos em um invólucro hermético de vidro, sendo controlado pelo campo magnético de bobinas.

A vantagem do tamanho, velocidade de resposta e sensibilidade logo tornou este componente importante em telefonia.

Na figura 11, a publicação da Bell que anunciava o novo componente e a figura que representava o tipo básico.

THE BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL

VOLUME XXXIX

JANUARY 1960

NUMBER 1

Copyright 1960, American Telephone and Telegraph Company

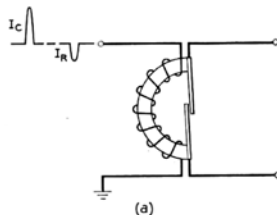


Figura 11- Publicação mostrando a invenção do relé reed.

O LED apareceu em 1960, abrindo então as portas para uma nova família de relés, os relés de estado sólido.

Um relé de estado sólido ou Solid State Relay (SSR) nada mais é do que um acoplador óptico que tem um LED emissor e um receptor. O receptor pode ser um foto-diodo, foto-transistor, foto-triac ou outro dispositivo sensível à luz. Veja no capítulo correspondente um pouco mais sobre este dispositivo.

Capítulo 2 – Como Funcionam os Relés

Inicialmente trataremos exclusivamente dos relés eletromecânicos, por onde justamente começou a linha de produtos da Metaltex.

Podemos definir um relé como um dispositivo comutador eletromecânico. A estrutura simplificada de um relé é mostrada na figura 12 e, a partir dela, poderemos explicar seu princípio de funcionamento.

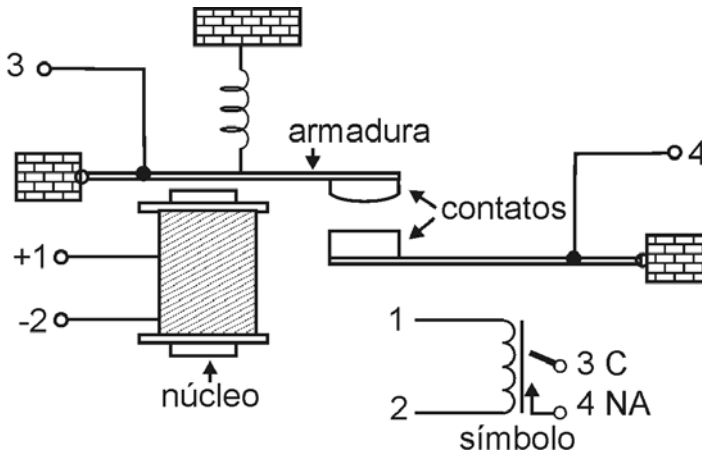


Figura 12- Estrutura simplificada de um relé. Os terminais 1 e 2 são os terminais da bobina. Os terminais 3 e 4 correspondem aos contatos.

Nas proximidades de um eletroímã é posicionada uma armadura móvel de metal ferroso, que tem por finalidade controlar um jogo de contatos. Quando a bobina é percorrida por uma corrente elétrica, um campo magnético é criado. Atuando sobre a armadura, provoca sua atração.

Com esta atração, a armadura e conseqüentemente os contatos se movimentam, o que faz com o contato móvel se encoste no contato fixo inferior, conforme mostra a figura 13.

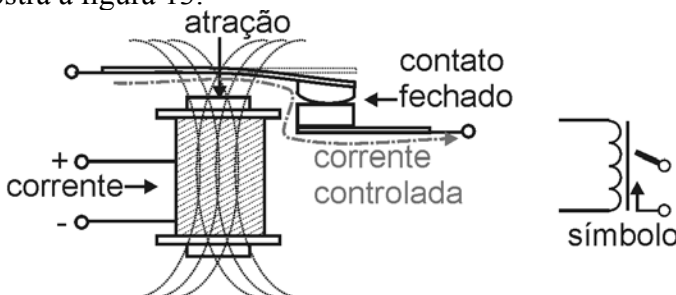


Figura 13 – Com a atração, os contatos se tocam. Assim, a corrente pode passar pelo circuito controlado.

Outra possibilidade de controle de um relé é explorada na configuração da figura 14. Nela, na condição normal, os contatos permanecem encostados um ao outro, e com isto a corrente controlada pode circular.

Quando a bobina é energizada, ou seja, quando através dela passa a circular uma corrente de controle, o campo magnético criado movimenta um dos contatos de modo que ele se separe do outro. Com isto, o circuito controlado é aberto.

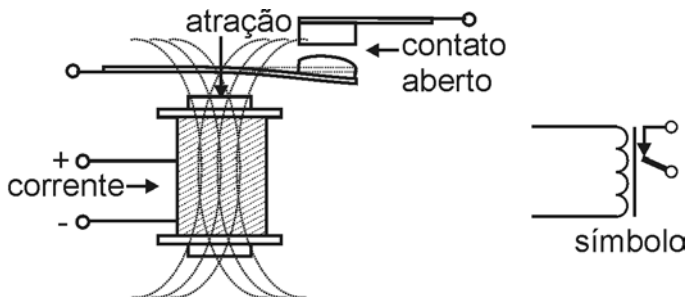


Figura 14 – Neste relé, os contatos abrem quando a bobina é energizada.

No primeiro caso, dizemos que se trata de um relé com os contatos normalmente abertos ou NA (em inglês: “normally open”). No segundo caso, temos um relé com os contatos normalmente fechados ou NF (em inglês: normally closed).

Veja que nos dois casos, quando a corrente de controle deixa de circular pela bobina, a atração da armadura cessa e com isto os contatos voltam a sua posição normal. Em um caso, mantendo aberto o circuito (NA) e no outro, mantendo-o ligado (NF).

Podemos combinar as ações dos dois tipos de relé em um único que tenha dois contatos fixos e um móvel, conforme mostra a figura 15. Dizemos que se trata de um relé com contato reversível ou NA/NF.

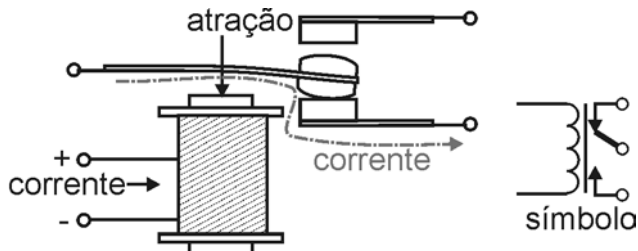


Figura 15 – Um relé com contato reversível.