

ELETRÔNICA ELETRÔNICA

11

para todos



AMPLIFICAÇÃO



FLIP - FLOP



TRANSISTORES
DE UTILIZAÇÃO LINEAR



GRAVADORES
DE SOM



PROVAR
OS COMPONENTES



Projeto nº 11:
DETECTOR DA CHUVA

SALVAT



JACKSON
LIBRI



Amplificação

O transistor permite aumentar a amplitude de uma tensão alternada

O sinal elétrico procedente de um microfone é muito fraco e necessita ser **amplificado** tanto para que possa ser gravado num cassette como para controlar um alto-falante.

Os **transistores** são apropriados para desenvolver este trabalho, devido à sua capacidade de ampliar as variações da corrente de base.

No entanto, funcionam com correntes contínuas, quando pretendemos ampliar uma **tensão alternada**; felizmente o problema pode ser resolvido com facilidade com a incorporação de alguns componentes.

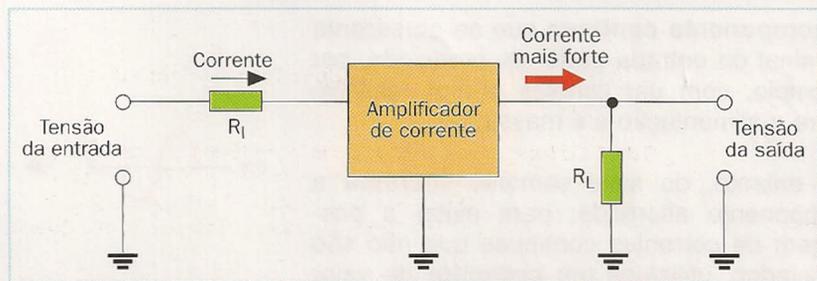


TENSÃO E CORRENTE

Em primeiro lugar, como é que se pode mudar uma tensão dentro de uma corrente? Muito fácil: com uma **resistência**. A tensão provoca a passagem da corrente na resistência.

E como é que se muda uma corrente dentro de uma tensão? Também com uma resistência! A passagem da corrente produz **tensão** nos seus extremos. Deste

modo podemos realizar um **amplificador de corrente**, transformando-o facilmente num amplificador de tensão, tendo tão só que acrescentar duas resistências, tal como se mostra na figura.



Como utilizar um amplificador de corrente para obter uma tensão mais ampla do que a original.

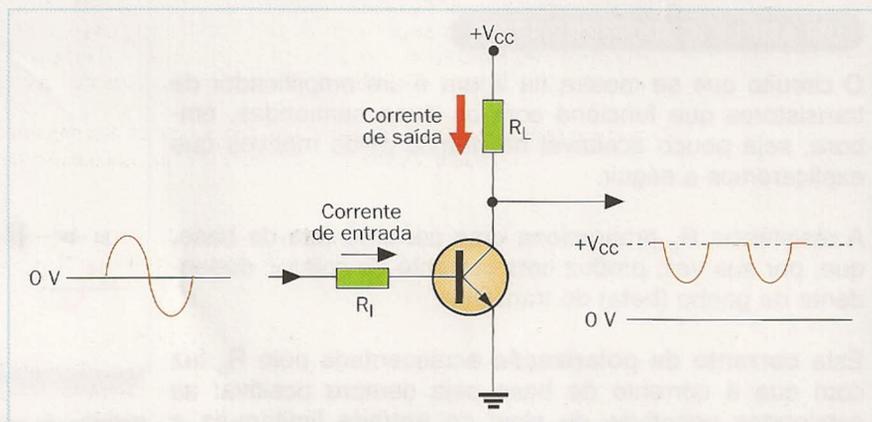
NÃO SÓ UM TRANSISTOR

Embora um transistor faça parte de um amplificador de corrente, não se pode utilizar **diretamente** como amplificador, sem recorrer a outros componentes.

Para os sinais alternados, é preciso um amplificador que funcione também quando a tensão (e portanto a corrente) da entrada seja **negativa**.

Esta forma funciona apenas quando a corrente de base é positiva (no caso de um NPN), ou seja, que leva a união base-emissor para a **condução**. Além disso, é necessário também superar os 0,65 V mínimos da base.

Um transistor ligado desta forma amplificaria apenas os semi-ciclos positivos (observe se a saída tem um sinal oposto).





Polarização

Uma corrente contínua de fundo pode resolver o problema dos semi-ciclos negativos

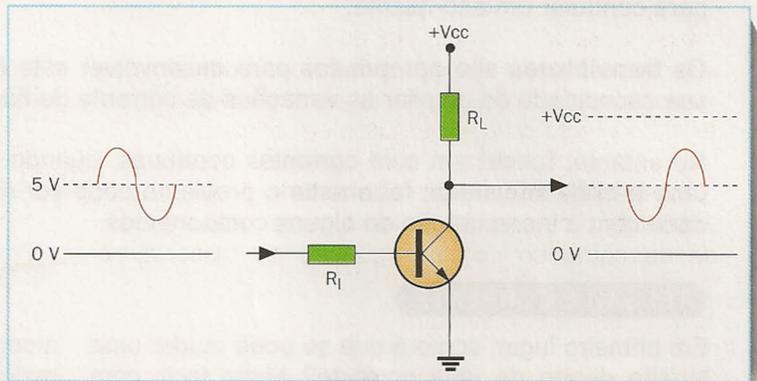
Para que se possam ampliar também as tensões negativas, pode-se fazer com que passe **sempre** uma certa corrente: a corrente de “polarização”.

Além disso pode-se **somar** corrente fraca a esta corrente fixa, provocando assim algumas variações de mais ou de menos, mas sem nunca pôr a zero a corrente ou torná-la negativa.

Também na saída (no coletor) haverá sempre

Se a entrada não desce nunca abaixo de 0,65 V, a corrente de base desloca-se sempre no mesmo sentido e o amplificador pode funcionar.

corrente, cujas **variações** serão mais amplas do que as da entrada, pelo efeito da amplificação.

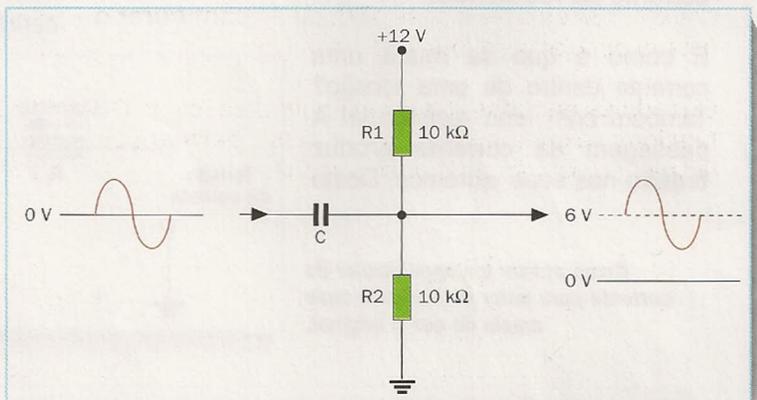


JUNÇÃO CAPACITIVA

A **componente contínua** que se acrescenta ao sinal da entrada pode ser produzida, por exemplo, com um simples divisor resistivo entre a alimentação e a massa.

No entanto, do sinal somente interessa a componente alternada: para evitar a passagem de correntes contínuas que não são desejadas, utiliza-se um **capacitor** de valor bastante elevado.

Esta forma de ligação entre os dois circuitos, aproveitada por um capacitor para deixar passar a componente alternada e **bloquear** a contínua, tem o nome de “junção capacitiva”.



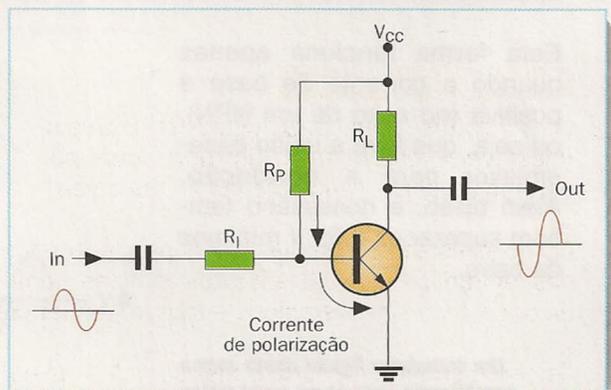
Nos dois lados de uma junção capacitiva existe a mesma tensão alternada, embora a tensão contínua seja distinta.

UM AMPLIFICADOR PRIMITIVO

O circuito que se mostra na figura é um amplificador de transistores que funciona com as **duas** semiondas, embora, seja pouco aceitável na prática pelos motivos que explicaremos a seguir.

A resistência R_p proporciona uma corrente **fixa** de base, que, por sua vez, produz uma corrente do coletor, dependente do ganho (beta) do transistor.

Esta **corrente de polarização** acrescentada pelo R_p faz com que a corrente de base seja sempre positiva: as semiondas negativas do sinal da entrada limitam-se a reduzi-la um pouco.



Polarização mínima: R_p proporciona uma corrente fixa de base, também na ausência do sinal.

Ponto de trabalho (Quiescente)

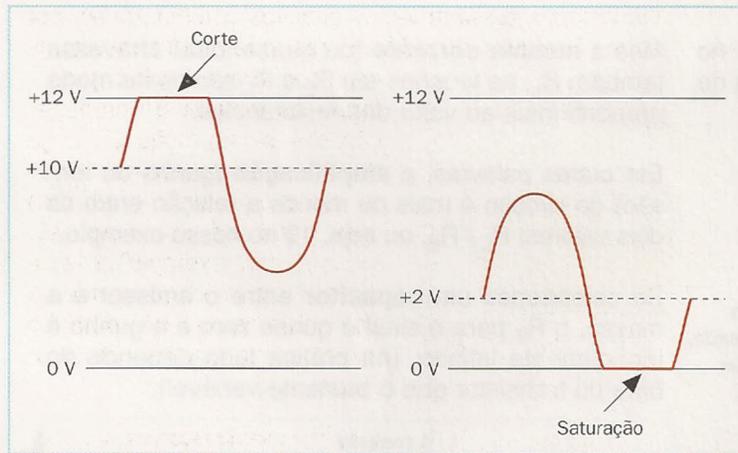
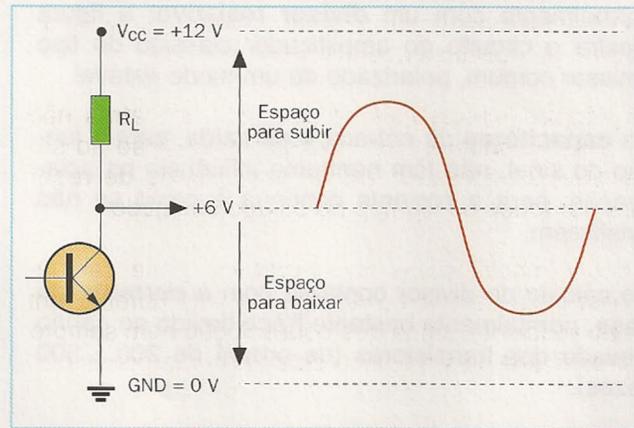
Um transistor amplificador deve estar afastado tanto da saturação como do corte

Para que um amplificador funcione corretamente, a saída deve ser **livre para mover-se** em ambas as direções.

Se por exemplo o sinal amplificado tem uma **amplitude** de 2 V de pico, deve haver pelo menos 2 V de margem para cima e para baixo.

Seria ótimo que a tensão no coletor estivesse mais ou menos **a meio caminho** entre a alimentação e a massa, para se poder mover também tanto para cima como para baixo.

Deve haver espaço para que a tensão de saída possa aumentar e diminuir além de poder reproduzir corretamente o sinal amplificado.



AUTOESTABILIZAÇÃO

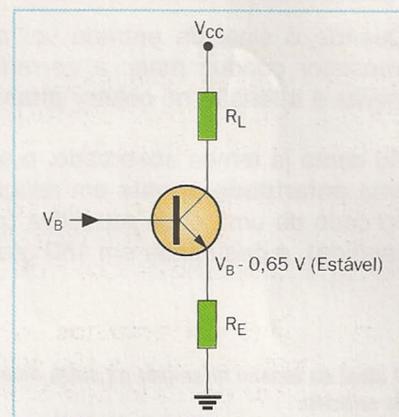
O mesmo transistor pode resolver o problema, acrescentando uma resistência ao **emissor** como mostra a figura (o que faz com que seja supérfluo o da base).

Se a tensão do emissor **desce** por baixo da base (menos de $0,65\text{ V}$) o transistor conduz mais e aumenta-a; se **sobe**, conduz menos e faz com que ela diminua. Existe uma determinada tensão sobre a base que faz com que a tensão do emissor seja **estável**, e em conseqüência é estável também a corrente que atravessa a resistência R_E .

No entanto, a mesma corrente (menos a da base, que

é relativamente pequena) atravessa também R_L , pois é estável a corrente do coletor e também a tensão relativa.

Uma resistência do emissor estabiliza a corrente na carga, e portanto a tensão do coletor.



O GANHO É IRREGULAR

A tensão contínua da saída depende da corrente do coletor, que por sua vez é a da base multiplicada pelo **ganho de corrente** do transistor. Lamentavelmente este último valor, indicado como Beta (β) ou h_{FE} é extremamente **variável** tanto entre um exemplar e outro, como também com a temperatura.

Isto significa que o **ponto de trabalho** do transistor (ou seja, a corrente de saída) pode deslocar-se até à saturação ou até ao corte, tirando espaço ao sinal.

Uma tensão em repouso muito alta ou muito baixa não deixa espaço para o sinal, cujos picos ficam cortados.



Amplificador clássico

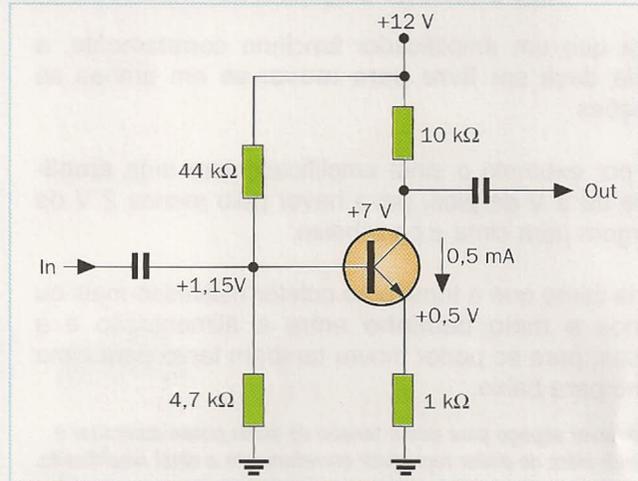
O amplificador do emissor comum utiliza quatro resistores

A tensão de polarização da base V_B obtém-se normalmente com um **divisor resistivo**: a figura mostra o circuito do amplificador clássico do tipo emissor comum, polarizado de um modo estável.

Os **capacitores** da entrada e da saída, para a junção do sinal, não têm nenhuma influência na polarização: para a corrente contínua é como se não existissem.

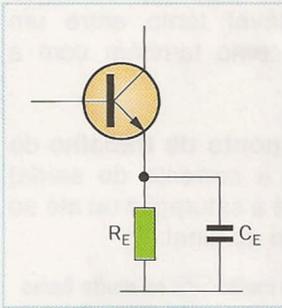
No cálculo do divisor conta-se com a **corrente da base**, normalmente bastante fraca devido ao ganho elevado dos transistores (da ordem de 200... 500 vezes).

Amplificador de transistores polarizado de forma estável: a saída tem um espaço amplo para se mover em ambas as direções.



AMPLIFICAÇÃO

A tensão da base reflete-se exatamente igual no emissor (0,65V mais baixo), portanto a **corrente** de R_E depende do sinal da entrada.



Um capacitor aumenta o ganho de corrente alternada, ou seja, para o sinal, mas torna-o pouco previsível.

Mas a **mesma corrente** (ou quase toda) atravessa também R_L : as tensões em R_E e R_L são deste modo proporcionais ao valor das resistências.

Em outras palavras, a **amplificação** (ganho de tensão) do circuito é mais ou menos a relação entre os dois valores: R_L / R_E , ou seja, 10 no nosso exemplo.

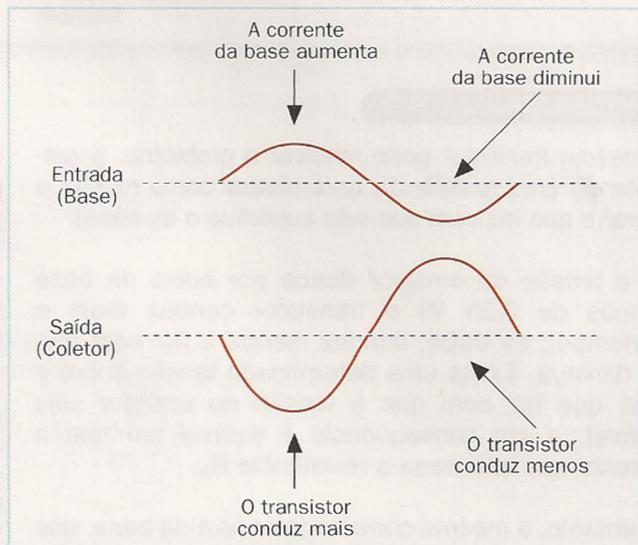
Se colocarmos um **capacitor** entre o emissor e a massa, o R_E para o sinal é quase zero e o ganho é teoricamente infinito, (na prática tudo depende do beta do transistor que é bastante variável).

INVERSÃO DA POLARIDADE

Quando o sinal da entrada vai até ao positivo, o transistor conduz mais: a corrente do coletor aumenta e a tensão no coletor **diminui**.

Tal como já temos observado, o sinal na saída tem uma **polaridade oposta** em relação ao da entrada: no caso de uma onda repetitiva (por exemplo, uma senóide), é desfasada em 180 graus.

O sinal da tensão alternada na saída inverte-se em relação à da entrada.





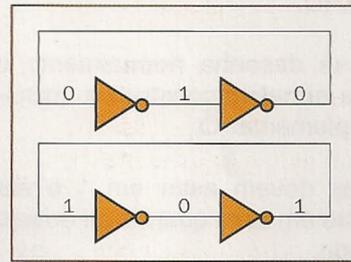
Flip-flop

Existem circuitos biestáveis que são capazes de permanecer em duas situações distintas válidas

Quando se ligam dois inversores em série que levam a saída até à entrada, obtém-se um circuito **estável**: ou seja, que um valor lógico quando é invertido duas vezes volta a ser igual ao que era antes de ser invertido. O fato curioso é que este circuito simples possui **dois estados** estáveis, de sinal lógico oposto, tal como se mostra na figura em anexo.

Não se pode **prever** em que estado é que se vai encontrar o circuito no momento do contato: depende de como se inicialize quando se alimentar o

mesmo: permanece sempre no estado no qual teve que começar.



Um circuito simples capaz de permanecer em dois possíveis estados estáveis.

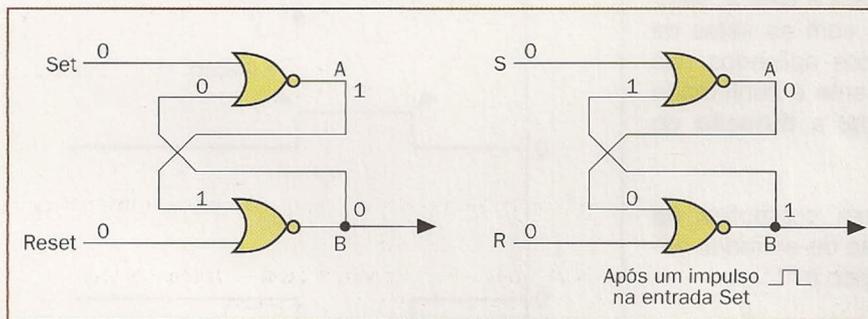
SET E RESET

Se substituirmos os inversores por dois NOR (figura anexa), aumenta-se a possibilidade de **configurar** o estado desejado em qualquer momento.

Quando as entradas S e R estão em zero, o circuito funciona exatamente como antes: **permanece** estável no estado em que se encontra.

Colocando-se "1" na entrada S, a saída A vai para "0" seja qual for o valor da outra entrada; por conseguinte a saída B vai para "1".

Se não houver estímulo, levando a entrada S para zero, o circuito permanece estável nesta situação; S significa **SET** (configuração), ou seja, "põe a saída (B) a 1". Do mesmo modo, aplicando rapidamente o valor lógico 1 à entrada R, a saída B vai para zero e mantém-se estável; R significa **reset**, "voltar a pôr a zero".



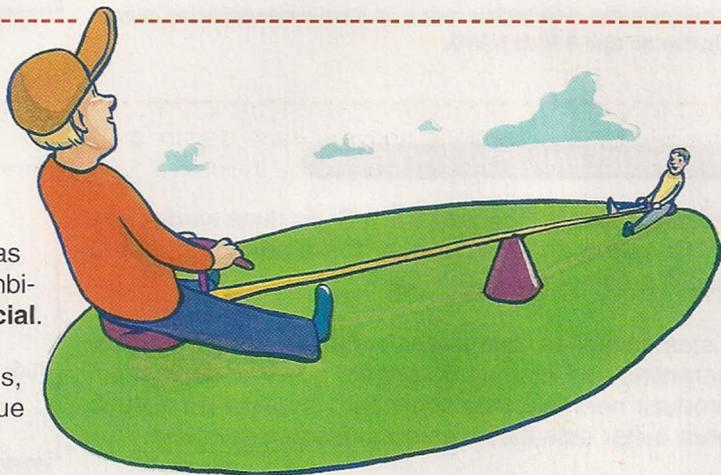
Circuito biestável: um impulso na entrada Set configura a saída B a 1 e um impulso na entrada Reset põe a mesma a zero.

LÓGICA SECUENCIAL

Os circuitos com dois estados estáveis (biestáveis) chamam-se **flip-flop**, que poderemos traduzir livremente como "vai e vem".

Como o estado da saída não depende apenas das entradas, não são circuitos simples combinatorios, mas sim exemplos da **lógica seqüencial**.

Também conta a **história** passada pelos sinais, ou seja, a seqüência dos acontecimentos que tiveram lugar previamente no mesmo circuito.





Controle dos S-R

Os flip-flop do tipo set-reset realizam-se freqüentemente com as entradas negadas, ou seja, ativas a zero

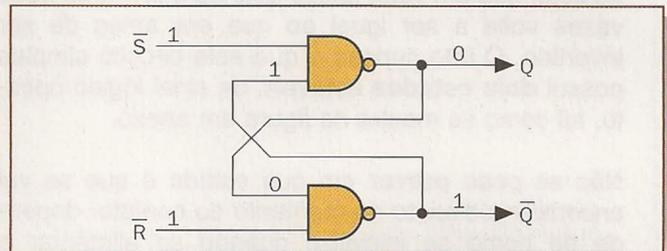
Em vez de terem duas portas NOR, um biestável com entradas de set e reset (**flip-flop S-R**) pode realizar-se também com dois NAND.

A figura mostra como se desenha normalmente o circuito, para sublinhar a **simetria** construtiva; inclui-se também a saída complementar \bar{Q} .

Neste caso, as entradas devem estar em 1 e ser postas momentaneamente em **zero** quando se deseje mudar o circuito de estado.

Isto significa que estão **negadas**, ou ativas baixas, e indica-se com um traço sobre o símbolo (S e R), ou

também com uma barra: (\bar{S} e \bar{R}) ou ainda com outros símbolos; além disso o circuito funciona como antes.



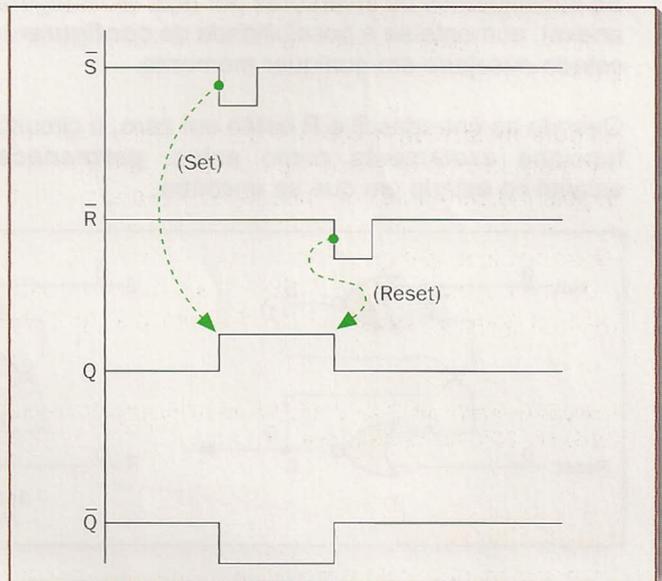
Um flip-flop realizado com dois NAND; para mudar de estado põe-se a zero rapidamente uma das duas entradas.

DIAGRAMA TEMPORÁRIO

A figura mostra uma possível **seqüência** dos sinais lógicos durante o funcionamento do flip-flop: o \bar{S} e o \bar{R} são as entradas, o Q e o seu complemento \bar{Q} são as saídas.

Deslocando o tempo da esquerda para a direita, vêm-se as **conseqüências** (sublinhadas com as setas de cor) das variações dos sinais lógicos aplicados nas entradas \bar{S} e \bar{R} . Se a situação presente é confirmada por uma entrada, não significa nada; a **duração** do impulso também é indiferente.

As entradas estão normalmente em condições **de repouso**, que neste caso (tratando-se de entradas negativas ou "ativas baixas") o valor lógico é "1".

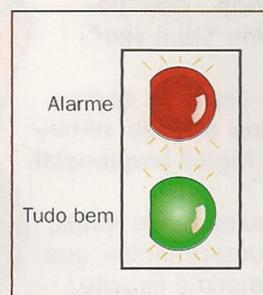


Seqüência dos acontecimentos e as suas conseqüências num flip-flop do tipo S-R do NAND.

UM PROBLEMA COM ESTES S-R

Ativando simultaneamente \bar{S} e \bar{R} , as duas saídas vão a "1": este é um **estado que não é válido**, já que Q não é o complemento de Q.

Estas situações devem ser **evitadas** a todo o custo, garantindo-se na fase do projeto que não se possam produzir nem que seja necessário modificar o circuito para evitar este inconveniente desde o princípio.



Utilizações dos flip-flop

Os diferentes tipos de biestáveis são componentes fundamentais dos circuitos digitais complexos

A primeira função dos flip-flop é conservar a memória de um acontecimento ou seja, atuar como uma **memória digital** capaz de conservar uma informação.

A capacidade de lembrar acontecimentos **anteriores** é fundamental em grande parte dos dispositivos eletrônicos, sucedendo o mesmo com os seres humanos que não seriam capazes de “funcionar” sem memória.

Na medida em que um **número** se pode expressar de forma binária com um conjunto de fios, é possível também recordá-lo eletricamente utilizando outros tantos flip-flop.



EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO: ANTIRESSALTOS

Quando se utiliza um interruptor, uma série de **micro-rebotes** mecânicos fazem que o contato se abra e se feche várias vezes, antes de o deixar fechado.

Este comportamento não é **desejável** se temos que produzir um sinal para um circuito digital: em vez de um único impulso, chegam vários. Se utilizamos um comutador e um **flip-flop** resolve-se o problema: uma vez que tenha mudado de estado, o flip-flop ignora os posteriores impulsos na mesma entrada.

Anti-ressaltos com flip-flop: os resistores mantêm as entradas não utilizadas em nível alto (H), garantindo um valor lógico de 1.

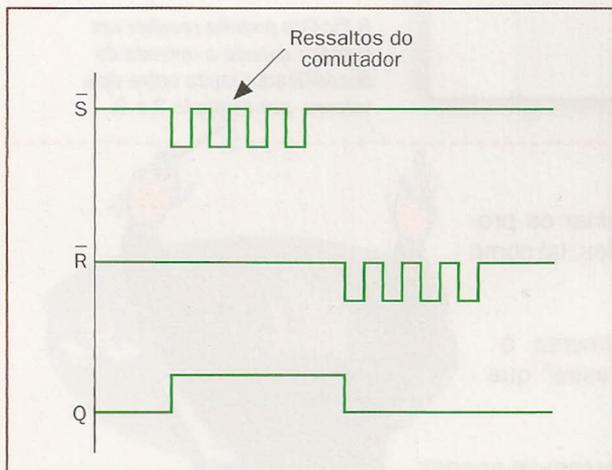
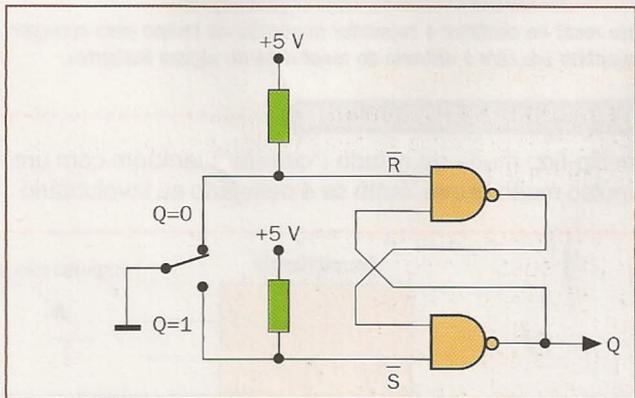


Diagrama temporário do circuito anti-ressaltos: os impulsos repetidos não têm efeito algum sobre o estado da saída.

OUTRAS UTILIZAÇÕES DOS BIESTÁVEIS

Como veremos e agradecendo aos flip-flop é possível não só recordar um número mas também realizar **contadores**, ou circuitos capazes de avançar um número com cada impulso recebido.

Em geral, um biestável permite **alterar** o comportamento de um circuito lógico combinatório, segundo o estado em que se encontra, o qual depende dos acontecimentos passados.

As saídas de um circuito que contém elementos sequenciais dependem tanto dos valores da entrada, como do **estado** destes elementos (como os flip-flop).



Problemas dos circuitos sequenciais

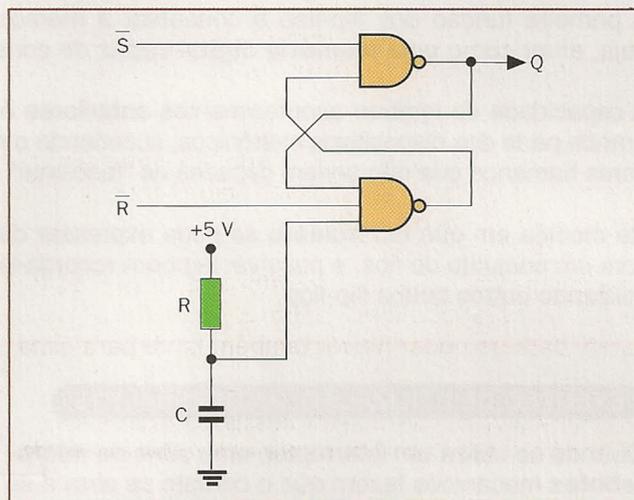
A capacidade de memorizar acontecimentos tem também conseqüências que não são desejadas

Como o comportamento de um circuito depende do **estado** dos seus flip-flop, é importante que se saiba quando o circuito se acende.

Os simples biestáveis S-R que já vimos atrás não garantem a situação em que se encontrarão ao ser ativados: é necessário utilizar um **circuito de reset** para pôr todos os flip-flop no estado desejado.

A figura mostra como um **capacitor** pode ser suficiente para manter baixa uma entrada durante um tempo suficiente, ainda que esta solução nem sempre seja aceitável pois a subida do sinal não é precisa.

Auto reset no contato: o capacitor necessita de tempo para carregar e mantém em zero a entrada do reset durante alguns instantes.

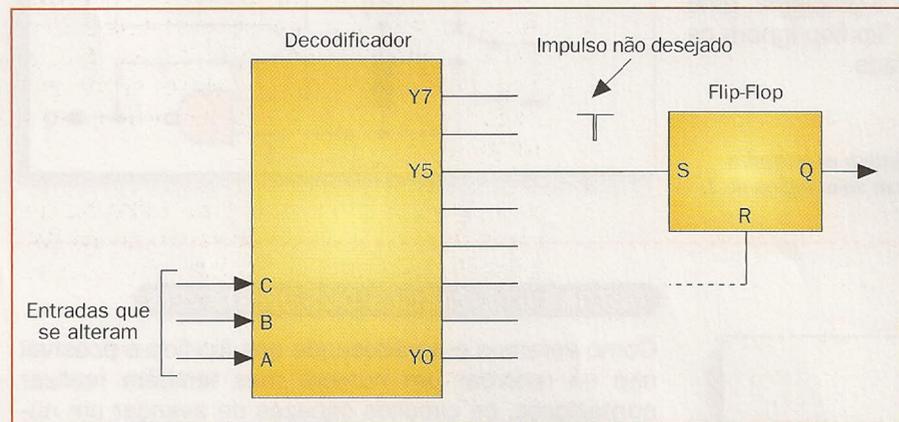


O PROBLEMA DOS GLITCH

Um flip-flop muda de estado (“comuta”) também com um impulso muito **breve**, tanto se é desejado ou involuntário.

No entanto, existem vários circuitos combinatórios, por exemplo alguns decodificadores, que produzem alguns

impulsos breves (**glitch**) conforme os tempos de propagação dos sinais (lição 8). Uma das soluções possíveis consiste em bloquear o sinal com uma porta até que este seja **estável**, por exemplo utilizando a entrada correspondente ao enable da qual são dotados distintos integrados combinatórios.



O flip-flop poderia receber um impulso quando a entrada do decodificador muda entre dois valores, por exemplo 3 e 6.

SOLUÇÕES

Existem **outros tipos** de flip-flop, projetados tanto para eliminar os problemas do tipo S-R, como para acrescentar novas possibilidades, tal como veremos nas próximas lições.

Podemos ver a seguir como se pode solucionar radicalmente o problema dos glitch e que consiste num “maestro de orquestra” que marque o **compasso** de todo o circuito.

Nestes circuitos **sincronizados**, as mudanças de estado produzem-se apenas quando todas as entradas são estáveis; neste ponto, quem deve mudar de estado é capaz de o fazer sem interferências.





Transistores de utilização linear

Se um BJT não for utilizado como um interruptor simples, existem dados e gráficos que é importante consultar

Se um transistor trabalha como amplificador, o **ganho de corrente** (h_{FE} ou β) atinge maior importância.

No caso que seja certo que a amplificação de um circuito bem projetado seja relativamente **independente** do valor β , é útil conhecer o seu valor. Alguns transistores são, por isso, disponíveis na versão

O ganho do BC108 genérico varia entre 110 e 800; o campo está mais limitado para as versões selecionadas (por exemplo, BC108B).

selecionada, com uma variação menor em relação ao componente genérico, tal como se pode ver na tabela.

Símbolo	Parâmetro	Condições do teste	Min.	Tip.	Max.
h_{FE}^*	DC Current Gain	$I_C = 2 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5 \text{ V}$			
		para BC108	110	350	800
		para BC108 Gr. A	110	180	220
		para BC108 Gr. B	200	290	450
		para BC108 Gr. C	420	520	800

*Pulsação: duração da pulsação = ciclo do trabalho de 300 μseg = 1%

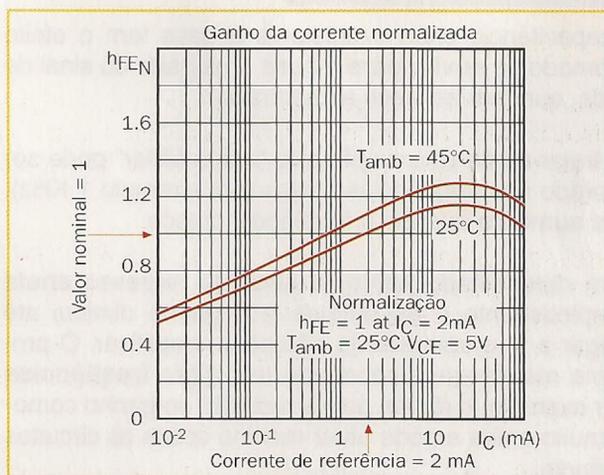
VARIAÇÕES DO GANHO

Os BJT têm um defeito: o ganho da corrente **muda** de acordo com a corrente do coletor, tal como se mostra no gráfico do exemplo (refere-se ao modelo BC108).

A figura mostra um **exemplo** de um gráfico normal: parte-se de uma referência e considera-se igual a 1, depois indicam-se as variações relativas à mesma.

Vê-se por exemplo que, com uma corrente de 0,1 mA (10^{-1} mA) o ganho do BC108 é mais ou menos 0,7 vezes a nominal (por exemplo, 140 em vez de 200).

Variação do ganho no BC108 relativo ao ponto de referência, fixado em 25°C com uma corrente de 2 mA.



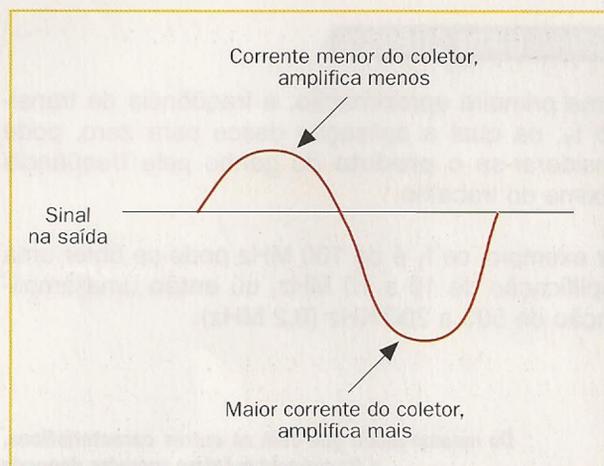
DISTORÇÃO

Se aparece um sinal **amplo** na saída de um transistor amplificador, a corrente do coletor varia muito entre os picos positivos e os negativos.

No entanto, como o ganho varia com esta corrente, isso significa que a amplificação é diferente para as duas metades da onda: o sinal muda de forma, e fica **distorcida**.

Embora se possa minimizar com um bom projeto, a distorção é importante (por exemplo nos amplificadores de **áudio**, porque altera o som).

A variação da amplificação de acordo com a corrente do coletor origina uma distorção na forma da onda na saída.





Capacitância das junções

Os efeitos de algumas das características são sempre mais notáveis com o crescimento da frequência do sinal

Um transistor ideal deveria comportar-se da mesma forma tanto na corrente contínua como nas correntes **alternadas** (por exemplo, senóides) de qualquer frequência.

As folhas de dados indicam estas capacitâncias minúsculas, embora depois dependam da **tensão** aplicada.

Aumentando a frequência aparecem alguns problemas que dependem, entre outros fatores, da **capacitância** das junções.

Realmente, as cargas elétricas quando são enfrentadas aos lados de uma união inversamente polarizada (como a do coletor-base) formam um pequeno **capacitor**.

Símbolo	Parâmetro	Condições do teste	Mín.	Tip.	Máx.	Unidade
C_{CBO}	Capacitância coletor-base	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10$ V $f = 1$ MHz		4	6	pF
C_{EBO}	Capacitância emissor-base	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5$ V $f = 1$ MHz		12		pF

É como se existissem dois pequenos capacitores parasitas, um entre a base e o coletor e o outro entre a base e o emissor.

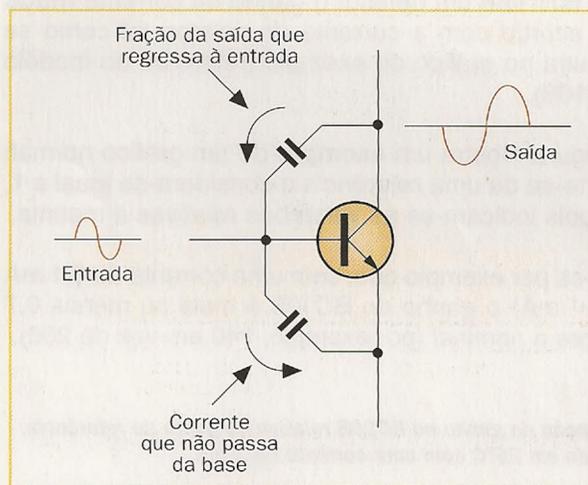
LIMITES DA FREQUÊNCIA

A capacitância entre o coletor e a base tem o efeito incômodo de **enviar para a base** uma parte do sinal de saída, que tem as fases ao contrário.

Ao tratar-se de poucos pF, este “efeito Miller” pode ser ignorado nas frequências baixas (por exemplo 1 KHz), mas **aumenta** quando a frequência cresce.

Num determinado ponto, o sinal de regresso **anula** completamente o da entrada e o ganho diminui até chegar a 1: o transistor já não pode amplificar. O problema manifesta-se sobretudo nas **altas frequências** (por exemplo, o rádio), pois a redução do ganho começa muito antes e pode atuar mesmo sobre os circuitos de áudio.

As capacitâncias parasitas do transistor provocam uma redução do ganho quando aumenta a frequência.

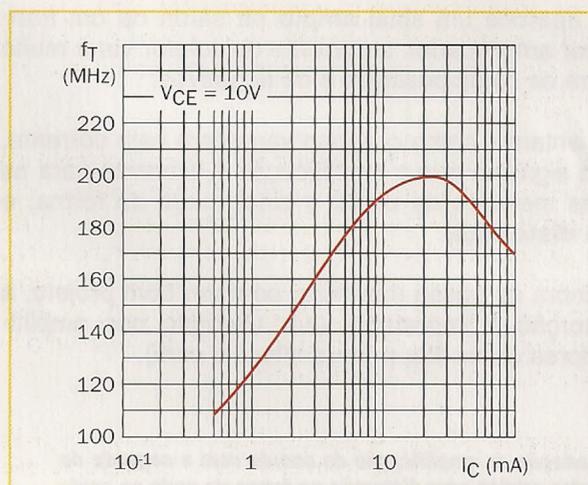


GANHO E FREQUÊNCIA

Numa primeira aproximação, a frequência de transição f_T , na qual a aplicação desce para zero, pode considerar-se o **produto** do ganho pela frequência máxima do trabalho.

Por exemplo, se f_T é de 100 MHz pode-se obter uma amplificação de 10 a 10 MHz, ou **então** uma amplificação de 500 a 200 KHz (0,2 MHz).

Do mesmo modo que com as outras características, a frequência máxima também depende da corrente do coletor.

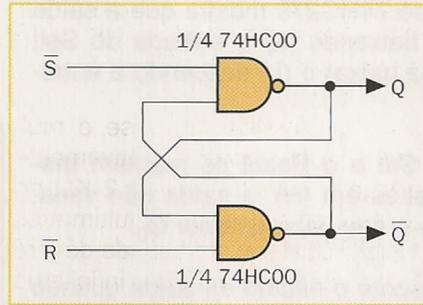


Dados dos flip-flop S-R

Os biestáveis comerciais permitem poupar espaço no circuito

É possível **construir** um flip-flop com portas NOR ou NAND, por exemplo, utilizando duas das quatro portas do 74HC00.

No entanto, o espaço fica um pouco desaproveitado e nos circuitos o espaço é importante, sendo assim torna-se mais conveniente utilizar um integrado **especializado**, que, de certo modo, é o mais rápido. Também, se levarmos em conta o custo do circuito impresso, no qual está montado o integrado, a maior **integração** torna-se duplamente vantajosa.



Biestável $\bar{S}\bar{R}$ realizado com duas das quatro portas NAND contidas no circuito integrado 74HC00.

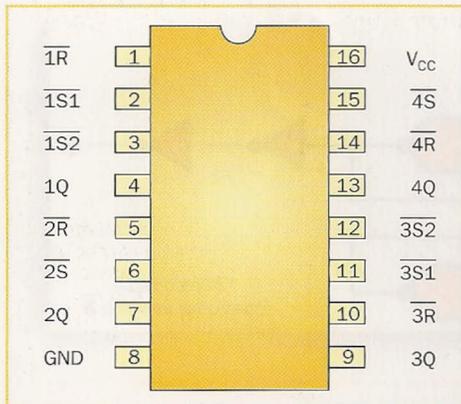
DISPOSIÇÃO DOS TERMINAIS E SUA ESTRUTURA

O 74HC279, por exemplo, contém quatro **biestáveis S-R** (set-reset, entradas negadas) já preparados; a figura mostra a disposição dos terminais: \bar{S} e \bar{R} são as entradas e Q as saídas.

têm uma **entrada dupla** do set (\bar{S}): basta que uma das duas entradas ($S1$ ou $S2$) sejam levadas a zero para que o flip-flop se ative.

Dois dos flip-flop, o número 1 e o número 3,

A estrutura interna indicada na disposição dos terminais é apenas **funcional**, e não coincide necessariamente com as ligações eficazes internas do integrado.



Ligações do quádruplo flip-flop S-R 74HC279 e a sua descrição associada, indicando quais as entradas que são ativas e baixas (L).

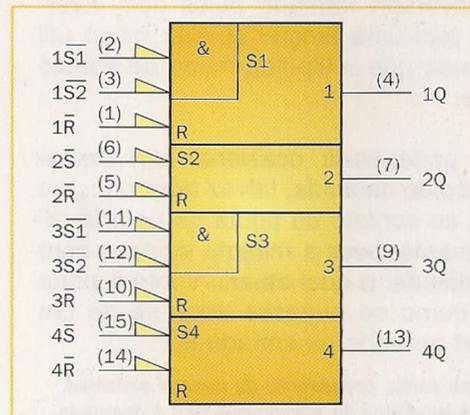
Freqüentemente os construtores preferem não indicar como é na realidade a estrutura interna, **descrevendo** por separado a função dos diferentes terminais.

Terminal nº	Símbolo	Nome e função
1, 5, 10, 14	$1\bar{R}$ a $4\bar{R}$	Entradas do Reset (LOW ativo)
2, 3, 6, 11, 12, 15	$1\bar{S}1$, $1\bar{S}2$, $2\bar{S}$, $3\bar{S}1$, $3\bar{S}2$, $4\bar{S}$	Entradas do Set (LOW ativo)
4, 7, 9, 13	$1Q$ a $4Q$	Saídas
8	GND	Massa (0 V)
16	Vcc	Tensão de alimentação positiva

SÍMBOLOS IEC

A figura indica o símbolo no **padrão IEC** para os flip-flop S-R contidos no 74HC279, que proporciona maior informação; entre parêntesis estão os números dos terminais. Também se indica a **inversão** das entradas, com o triângulo habitual, e os quadros "&" indicam que as respectivas entradas (por exemplo, $1/S1$ e $1/S2$) estão reunidas com um AND.

Como sempre, cada **componente** (biestável) está representado num bloco independente, separado dos outros por uma linha horizontal.



Símbolo do quádruplo flip-flop S-R 74HC279 de acordo com normas do padrão IEC; os triângulos indicam as entradas negadas.



S-R na prática

Os flip-flop que já estão montados são protegidos normalmente contra comutações não desejadas

A **tabela verdade** do 74HC279 mostra que a saída Q se põe alta (H) baixando (L) a entrada do Set, enquanto que se faz baixar o (L) descendo a entrada do Reset.

Imaginando que o Set e o Reset se mantêm **inativos**, neste caso altos em (H), a saída não varia: conserva realmente o seu valor anterior Q_0 .

Como o flip-flop absorve o estado da saída quando a entrada fica **inativa**, às vezes chama-se "latch" (termo que significa fechar de repente, mas que se utiliza com sentidos diferentes).

Podemos observar que **neste caso** a situação com as duas entradas ativas (L) é válida e está definida; esse fato não acontece com os flip-flop.

\bar{S}	\bar{R}	Q
H	H	Q_0
L	H	H
H	L	L
L	L	H

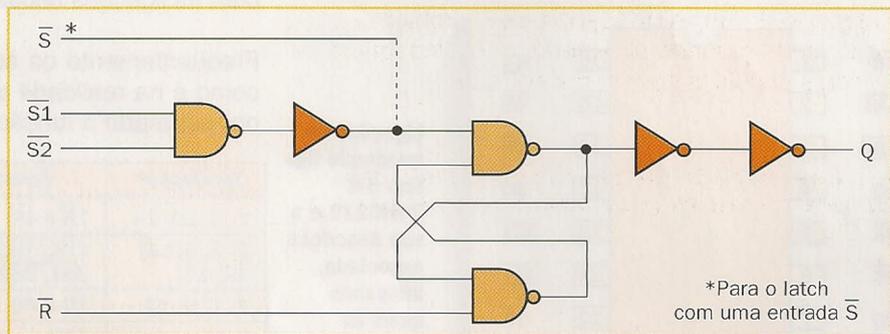
Tabela verdade do 74HC279. Observe com atenção a utilização do Q_0 para indicar o estado anterior segundo a situação atual das entradas.

ESQUEMA INTERNO

O esquema obtido através dos dados técnicos do 74HC279 representa as duas **variantes**: com uma ou duas entradas do Set.

Se existe somente **uma entrada** \bar{S} (Set negado), a configuração é a clássica com duas portas NAND; mas se há duas entradas ($\bar{S}1$ e $\bar{S}2$) há também um AND adicional na entrada.

Esquema de cada um dos quatro flip-flop contidos no 74HC379, com as variantes de uma ou duas entradas de Set.



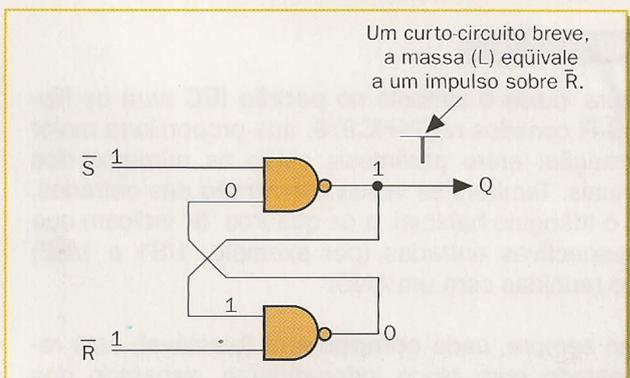
O fato de que se represente com um NAND seguido de um inversor corresponde à estrutura **interna**; em resumo é um AND.

SENSIBILIDADE DAS SAÍDAS

O buffer (não inversor) formado pelos dois inversores da saída tem uma função auxiliar muito útil que é a de impedir que o flip-flop mude de estado **acidentalmente**.

Sem o buffer, poder-se-ia ocasionar um **curto-circuito** muito rápido na saída, talvez devido a uma interferência ou ao contato da ponta de uma ferramenta e que poderia levar a mesma saída a zero com total estabilidade, o qual atuaria sobre a porta NAND inferior, como se pudesse tratar-se de um impulso do **reset** aplicado na entrada R.

Um impulso breve na saída, procedente de causas externas, pode ocasionar uma mudança de estado que não é desejado.





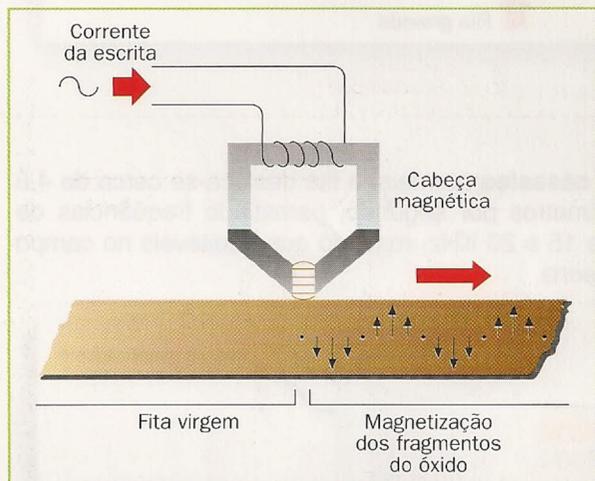
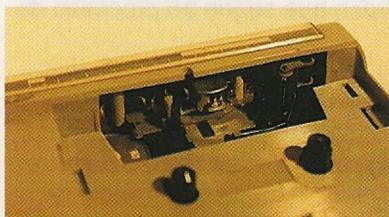
Gravadores de som

A gravação magnética do som utiliza amplificadores de áudio e eletroímãs

Os gravadores analógicos, para cassetes produzem uma **cópia magnética** da onda elétrica que representa o sinal de áudio.

mais ou menos fortes em função da sua intensidade original.

Este fato é possível devido a que determinados materiais são **magnetizáveis**, ou seja, que orientam a sua estrutura interna de forma a que recordem o último campo magnético ao que estiveram sujeitos. Em outras palavras, depois da aplicação de um campo magnético forte, comportam-se como ímãs **fracos**,



ESCRITA

Para gravar, o sinal de áudio é amplificado e aplicado a uma bobina: a **cabeça de escrita** que produz um campo magnético proporcional ao sinal elétrico.

O núcleo desta bobina tem uma **abertura** pequena onde o campo externo ao núcleo é especialmente intenso e está localizado num espaço bastante reduzido.

Uma **fita** revestida de uma camada fina de material magnético (óxido de ferro) desloca-se por baixo da cabeça e magnetiza-se em função da intensidade do sinal.

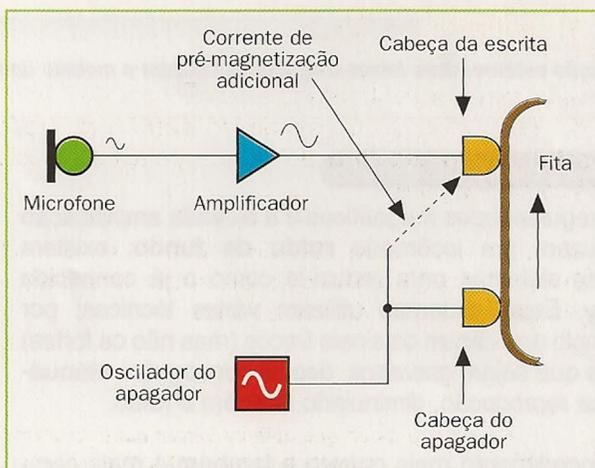
Gravação: o sinal elétrico produz um campo magnético que orienta as partículas magnéticas da fita.

APAGAR E PRÉ-MAGNETIZAÇÃO

Antes de se começar a gravar uma fita é necessário apagar quaisquer possíveis gravações anteriores, para o que se costuma utilizar a **cabeça de apagar** (apagador).

Por esse motivo, desloca-se uma forte corrente da **freqüência** mais elevada que o campo audível (por exemplo, 40 KHz), que “desordena” as partículas magnéticas da fita, recolocando-as numa disposição casual. Uma pequena percentagem desta corrente é acrescentada também à da gravação: esta técnica, chamada **pré-magnetização**, garante uma maior uniformidade da magnetização.

Esquema do princípio de uma gravação em fita: ao sinal soma-se uma corrente fraca de pré-magnetização.





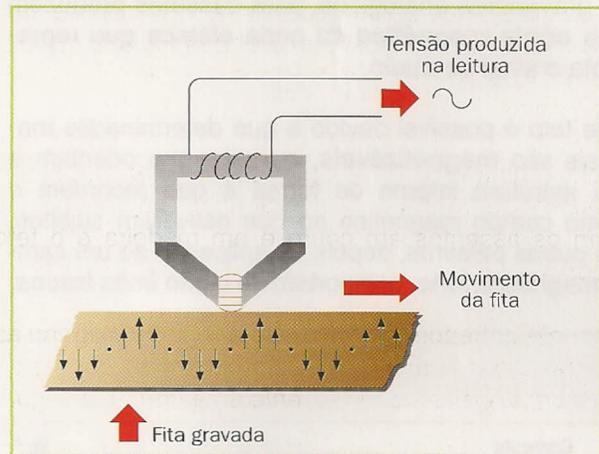
Reprodução

O fraco campo magnético da fita transforma-se novamente num sinal elétrico

Deslocando a fita gravada por baixo de uma bobina pela qual não passa corrente, nos extremos da bobina aparece uma **tensão** fraca que segue ao processo da magnetização da fita.

Praticamente a mesma cabeça de gravação desenvolve também o trabalho da **cabeça de leitura**; o sinal que se obtém desse modo é bastante fraco e deve ser amplificado notavelmente. Além disso é necessário **eqüalizá-lo**, para compensar a diferente reprodução nas diferentes freqüências (ou tipos de fita), para recuperar o equilíbrio original dos tons.

Reprodução: o fraco sinal induzido pela fita magnetizada na cabeça de leitura amplifica-se fortemente.



LIMITES DE FREQUÊNCIA

Se a fita não se consegue afastar a tempo antes que **mude** o campo magnético, as partículas da fita podem mudar novamente de magnetização.

Nas **cassetes** normais, a fita desloca-se cerca de 4,8 centímetros por segundo, permitindo freqüências de entre 15 e 20 KHz, mais do que aceitáveis no campo dos sons.

Portanto, existe um limite na **freqüência** máxima que se pode gravar que depende tanto das características da fita e da cabeça como da velocidade da mesma fita.



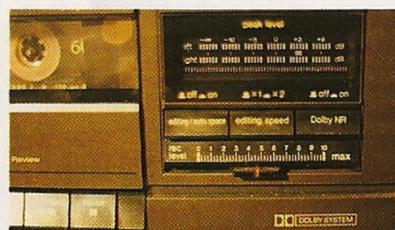
Gravação estéreo: duas faixas magnéticas ocupam a metade da fita; a outra metade utiliza-se no sentido oposto.

PROBLEMAS DE RUÍDO

As irregularidades magnéticas e a elevada amplificação produzem um incômodo **ruído de fundo**; existem alguns sistemas para reduzi-lo como o já conhecido Dolby. Estes sistemas utilizam várias técnicas; por exemplo amplificam os sinais fracos (mas não os fortes) antes que sejam gravados, depois conseguem **atenuá-las** na reprodução, diminuindo também o ruído.

O procedimento mais correto e também o mais complexo depende da freqüência, mas o resultado mais

evidente é a redução do ruído **detectado** pelo ouvido.



Existem vários padrões de redução do ruído: é importante reproduzir com o mesmo que foi utilizado pela gravação.



Provar os componentes

O multímetro permite uma verificação antecipada do bom estado de alguns componentes, especialmente dos capacitores

Se um circuito está danificado, é provável que algum componente não funcione corretamente. Antes que seja tocado, deve-se desligar o aparelho e **desconectá-lo da rede**. Os capacitores podem conservar algumas cargas perigosas: devem-se provar com o multímetro (utilizado como voltímetro) e se for necessário **descarregá-los**, por exemplo com uma resistência de 100 K Ω entre os dois terminais.

Ao controlar os componentes suspeitos, considera-se que as medidas com o circuito montado podem dar resultados falsos: freqüentemente é necessário **dessoldar** um componente para o poder testá-lo.

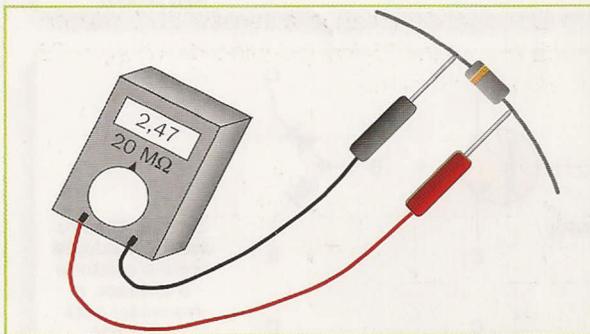


CAPACITORES COM O MULTÍMETRO

Uma das provas empíricas dos capacitores consiste em ligar-lhes o multímetro como **ohmímetro** (medidas da resistência) na escala mais alta, por exemplo 20 M Ω do fundo da escala. Para os capacitores de valor médio, por exemplo 100 nF, o multímetro indica **rapidamente** um número, e depois marca resistência

infinita: o capacitor está carregado.

Com os **eletrólíticos** de alto valor, a subida é mais lenta: convém utilizar uma escala mais baixa. O valor do fundo da escala poderá ser alcançado somente se tem a polaridade correta. Um valor estável **baixo** (por exemplo, 200 K Ω) indica perdas elevadas (atenção, não tocar com os dedos para não falsear o resultado), por outro lado, a indicação imediata do fundo da escala assinala que um capacitor se encontra interrompido.



Teste de um capacitor com o multímetro: uma resistência baixa, que depois aumenta, indica que o capacitor está carregando.

COMPONENTES DIFÍCEIS

Infelizmente não é fácil testar os capacitores de **valor baixo** (por exemplo 50 pF): são necessárias ferramentas especiais diferentes do multímetro. Felizmente estas estragam-se com menos freqüência.

O mesmo acontece com as bobinas (**indutores**), cuja continuidade elétrica (resistência muito baixa) é fácil de verificar: dificilmente manifestam-se problemas diferentes da possível interrupção.



Ferramenta para a medida das bobinas (indutômetro).



Testar os semicondutores

A prova com o simples ohmímetro proporciona já uma indicação antecipada, que quase sempre é suficiente

Os semicondutores, como os diodos e os transistores, são relativamente **delicados**: deste modo são normalmente os primeiros a danificar-se.

Provar um **diodo** é muito simples: utiliza-se o multímetro como ohmímetro numa escala relativamente baixa, mas que não seja a mais baixa, os 2 K Ω do fundo da escala são suficientes (alguns multímetros têm uma escala especial). Obviamente o diodo deverá ter uma resistência baixa **num só sentido** e infinita no outro. Como acontece com os capacitores, tocar com os dedos nos dois terminais pode falsear a medida, especialmente se as mãos estão transpiradas.

A resistência direta de um diodo deve ser baixa, enquanto que a inversa tem que ser infinita.

TRANSISTORES DE JUNÇÃO

Alguns multímetros incluem um **prova-transistores**, que mede também o ganho; posto que uma primeira verificação empírica possa ser realizada com o habitual ohmímetro.

Como um transistor tem duas junções, o ohmímetro considera-as como se fossem **dois diodos**: a base-coletor e a base-emissor.

Ambas devem comportar-se como um diodo normal. No entanto, este fato não **garante** que o transistor esteja em perfeito estado, mas oferece de qualquer forma uma indicação válida. Este sistema permite identificar o terminal da base e **distinguir** os transistores PNP dos NPN (ver figura).

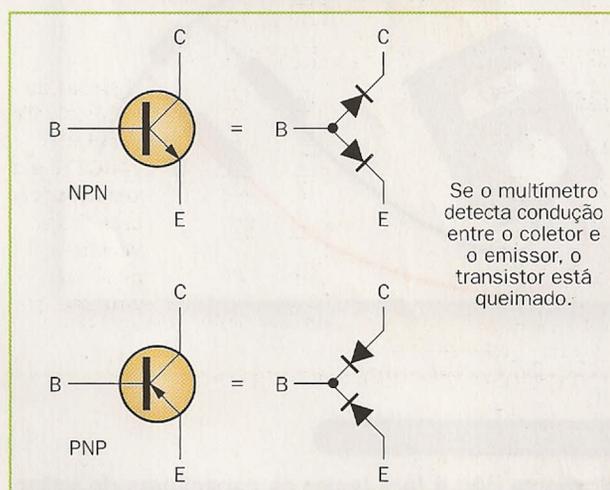
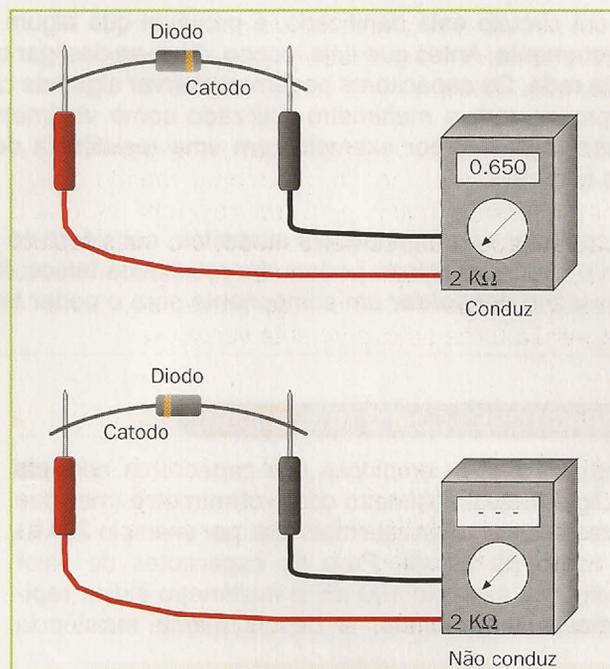
Um ohmímetro observa os BJT como se fossem dois diodos unidos pela base; através da polaridade dos diodos distinguem-se os transistores NPN e PNP.

LIMITES DO MULTÍMETRO

Um capacitor pode funcionar, mas se tem o **valor** alterado, não suporta uma determinada tensão.

Também um transistor pode se danificar e, no entanto, continuar **funcionando** depois de um teste superficial com o ohmímetro.

As medidas com o multímetro são freqüentemente úteis e determinantes, mas é necessário levar em



conta que se tratam de simples indicações.

Às vezes somente com a substituição de um elemento novo pode-se dizer se um componente estava realmente defeituoso.



Detector da chuva

Um avisador acústico multifunções que se ativa com elevados níveis de humidade

Há alguns anos apareceu uma famosa canção que nos convidava a dançar sob a **chuva**, mas nem sempre a água que cai das nuvens é motivo para nos alegrarmos.

Mesmo uma chuva fina e primaveral pode estragar o passeio, se lá fora está estacionado um conversível com os assentos em couro e em madeira e o teto **aberto**.

A **janela** entreaberta para que o ar entre e oxigene as plantas, pode criar um grande problema se em vez de uma brisa ligeira, cai de repente uma tromba de água.

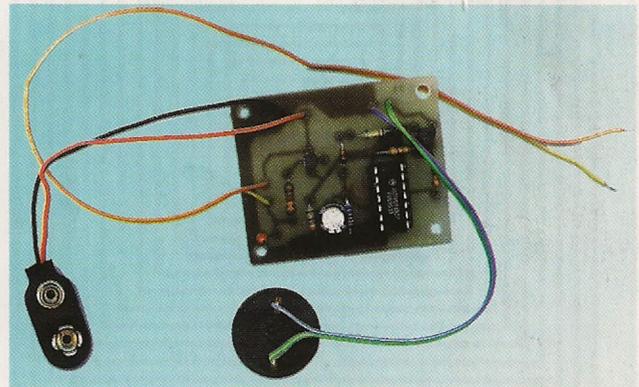


UM AVISO ÚTIL

Partindo do princípio que as previsões do tempo são normalmente pouco fiáveis, o único modo **seguro** de detectar a chuva é... esperar que chova!

No entanto, talvez possamos evitar ter que sair cada cinco minutos para controlar o tempo se nos aproveitamos de um cómodo **circuito** capaz de se ativar ele próprio com as primeiras gotas que caem do céu. Este circuito emite um **alarme acústico** que tem uma duração de cerca de quinze segundos, e que avisa o início do mau tempo, permitindo assim intervir imediatamente.

O detector da chuva já terminado mas sem o sensor (ver página seguinte).

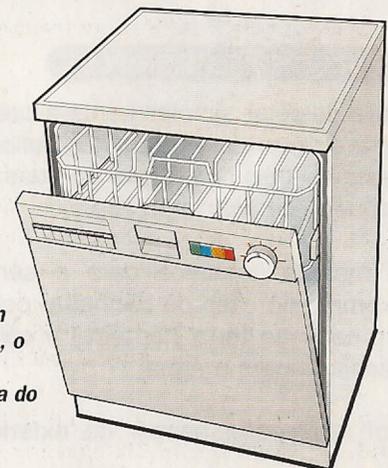


O BANHO ESTÁ PRONTO

Entre outras utilidades, indicamos o alarme contra a **inundação** da máquina de lavar (antes que avise o vizinho de baixo), ou a indicação que finalmente a banheira está cheia. O circuito presta-se também para o **jogo** da "máquina da verdade", fazendo com que a pessoa em questão segure com a mão os terminais do sensor (não se corre nenhum risco).

Se a **transpiração** da pele ultrapassa um certo nível, talvez possa ser até uma situação comprometedora, mas o alarme toca. Não é fiável em absoluto mas pode chegar a ser um divertido jogo entre amigos.

Se a máquina de lavar louça não tem controle de segurança, o circuito detecta imediatamente a perda do nível mínimo da água.



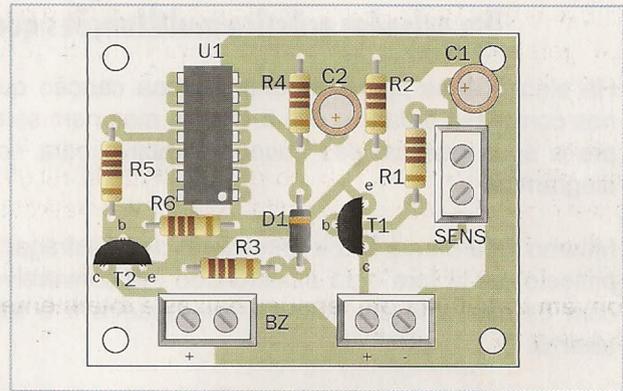


Montagem do circuito

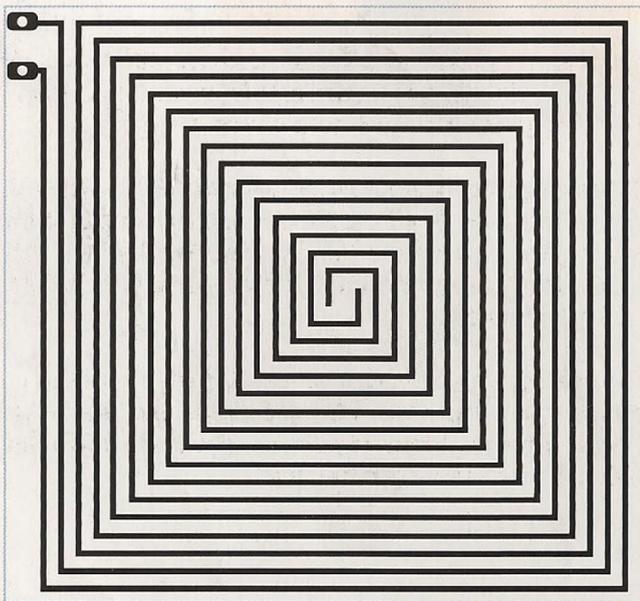
A **placa** (circuito impresso) do detector da chuva, que é visível na figura, acondiciona todos os componentes com a exceção da pilha e do indicador acústico, chamado também "buzzer".

Não existem dificuldades de montagem especiais; como sempre é preciso prestar a máxima atenção à correta **orientação** e inserção dos componentes polarizados (todos exceto os resistores).

O integrado 4093, que no final da montagem se insere na base, é um CMOS: convém **descarregar-se** de electricidade estática (por exemplo, apalpando um dissipador) antes de tocá-lo.



Disposição dos componentes no circuito do sensor da chuva



UM SENSOR MUITO SENSÍVEL

Há diferentes maneiras de realizar um sensor; um deles que é especialmente refinado consiste em projetar e realizar um circuito impresso de **dupla espiral**, igual ao que se mostra na figura.

Tanto com uma gota de água e os sais que contém como também com as impurezas inerentes, poderá causar uma ligeira **condução** entre as duas trilhas, que será imediatamente detectada pelo circuito.

Em outras palavras, a presença da água, embora mínima, terá como efeito uma redução da **resistência** entre as pistas, que deixarão de estar isoladas entre si.

Sensor de água de dupla espiral (as duas trilhas não se tocam); opcionalmente podem-se desenhar dois pentes com os dentes alternados.

SENSORES MAIS SIMPLES

Para detectar simplesmente a presença da água, ou para o "jogo da verdade", é suficiente muito menos: basta ter dois **fios livres** ou duas trilhas próximas no pequeno circuito impresso.

O mesmo acontece para o sensor de **nível**, por exemplo no caso da banheira: pode-se também ligar um cabo ao terra (torneira) e colocar outro à altura desejada para a água.

Um rudimentar sensor de exterior (eficaz mas um

pouco lento) realiza-se colocando os extremos dos dois fios na terra de um **vaso**, o mais perto possível um do outro.

Sensor de exterior: quando a terra está úmida, a sua resistência diminui notavelmente.



CABO GERAL REVESTIDO

As **ligações** com os conectores têm que ver com a pilha (tendo cuidado com a polaridade), com o buzzer, que geralmente está também polarizado, e com o elemento sensor.

A tensão da alimentação pode ser obtida através de uma **pilha** de 9 V, ou mesmo de uma bateria recarregável de 12 V. Neste caso não existem alternativas: **de fato não se aconselha de forma alguma a utilização das fontes, porque na presença da água convém trabalhar com tensões baixas e totalmente isoladas da instalação elétrica.**

Devido ao contato com a água, não convém utilizar fontes de alimentação, por muito bem isolados que estejam.

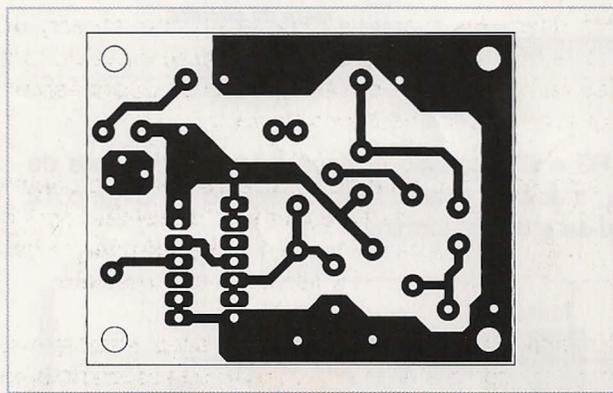


TESTE E UTILIZAÇÃO PRÁTICA

Verificar o funcionamento do detector da chuva é muito simples, já que é suficiente ligar a pilha e deixar cair uma **gotas de água** na placa do sensor.

A presença do líquido condutor entre os contatos é assinalada pelo **som** produzido pelo buzzer, que se interrompe automaticamente depois de uns 15 segundos (para poupar a bateria... e também para poupar o ouvido).

Uma vez que se cumpre o ciclo da indicação, o circuito permanece silencioso até que o sensor se **seca** completamente, para depois se ativar de novo no momento da reaparição da água.



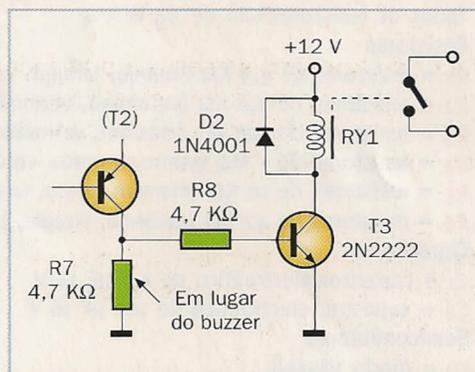
O circuito impresso do sensor da chuva, observado pelo lado das trilhas de cobre.

CONTROLAR UM RELÉ

Em lugar do buzzer, pode-se utilizar um relé, que fecha no momento em que se produz a presença da água, ativando assim **outros dispositivos** depois do fecho dos seus contatos.

Como a subida relativamente lenta da tensão no buzzer não aconselha a substituição direta com um relé, pode-se **acrescentar** o circuito que se mostra na figura. O resistor R7 substitui o buzzer (que se pode deixar no caso de que se deseje também o som), enquanto que o R8 controla o **transistor** T3, que aciona o relé. O diodo D2, como sempre, protege o transistor.

Possível circuito adicional, se nos interessa que o detector faça fechar um relé em vez de tocar.

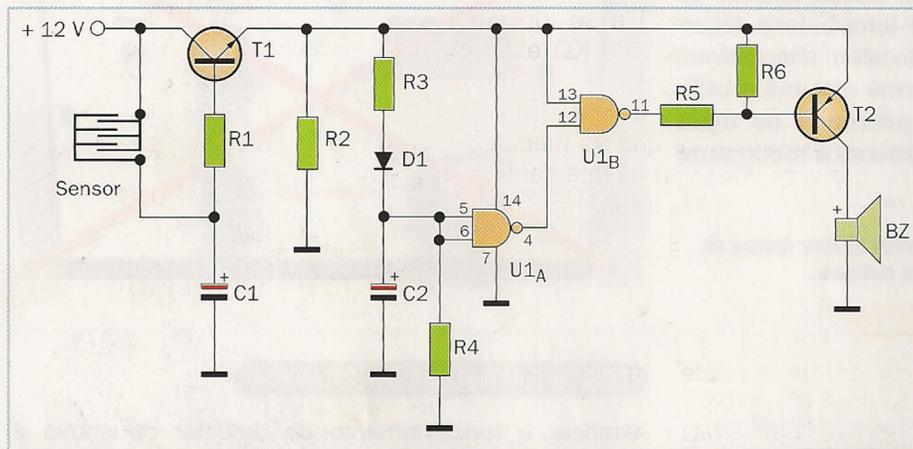




Funcionamento do circuito

No esquema elétrico que se mostra na figura inferior, vê-se que a *base* do transistor T1 (que alimenta o resto do circuito) está ligada à alimentação através do sensor.

Se este último está seco, comporta-se como um isolador o T1 fica aberto; no entanto, na presença da água, passa corrente pelo sensor e o T1 entra em **condução**: o circuito recebe tensão.



O capacitor C1 exercita uma ação de **filtragem** de possíveis interferências de impulsos, para evitar falsos alarmes: a sua corrente de perda contribui também para manter fechado o T1 com o sensor seco.

Esquema elétrico do detector da chuva; o transistor T1 controla a alimentação do resto do circuito.

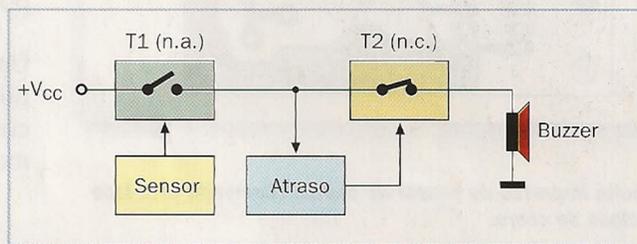
ATRASO E BLOQUEIO

Assim que chegar tensão do T1, as entradas do U1A mantêm-se sobre a massa desde o C2; portanto valem zero. Depois dos **dois inversores** (U1A e U1B) a saída de U1B está também em zero.

Esta “absorve” corrente através de R5 pela base do transistor PNP T2, enviando-o para a condução: o **buzzer** recebe tensão e toca.

Entretanto, o C2 recebe carga lentamente através

de R3 e D1: quando alcança a tensão do limite de U1A, muda de estado lógico (seguido de U1B), o T2 abre-se e o som termina.



Esquema dos blocos do circuito: o T1 trabalha como um interruptor normalmente aberto e o T2 normalmente fechado.

LISTA DOS COMPONENTES

Todos os resistores são de 1/4 W 5%

Resistores

- R1 = resistores de 3,3 K Ω (laranja, laranja, vermelho)
- R2 = resistores de 2,2 K Ω (vermelho, vermelho, vermelho)
- R3 = resistores de 120 K Ω (marrom, vermelho, amarelo)
- R4 = resistores de 1 M Ω (marrom, preto, verde)
- R5 = resistores de 10 K Ω (marrom, preto, laranja)
- R6 = resistores de 47 K Ω (amarelo, violeta, laranja)

Capacitores

- C1 = capacitor electrolítico de 4,7 μ F 16 V
- C2 = capacitor electrolítico de 100 μ F 16 V

Semicondutores

- D1 = diodo 1N4148

- T1 = transistor npn BC547
- T2 = transistor pnp BC557
- U1 = 4093, quádruplo NAND CMOS (não HC!)

Vários

- BZ = buzzer de 9 ó 12 V (como a pilha)
- 1 bateria de 9 ou 12 V
- 1 soquete de 14 pinos
- 1 caixa com porta-pilhas
- 3 conectores de dois pólos
- 1 circuito impresso
- 1 possível circuito impresso para o sensor