

ELETRÔNICA ELETRÔNICA

13

para todos



SEGUIDOR
DO EMISSOR



O RELÓGIO



FIOS
PARA SINAIS



ELETRÔNICA
DO AUTOMÓVEL



INTERFERÊNCIAS
E PROTEÇÕES



Projeto nº 13:
PRE-AMPLIFICADOR
AUTOREGULADO

SALVAT

 JACKSON
LIBRI®



Seguidor do emissor

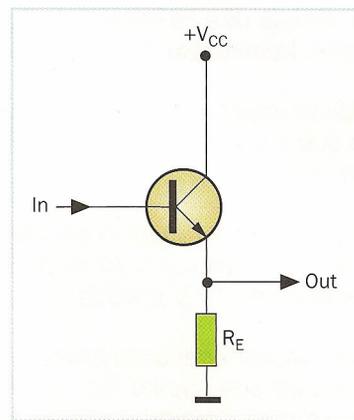
Ilustramos algumas configurações clássicas da utilização dos transistores

A figura mostra um seguidor do emissor que é um circuito elementar mas **muito** utilizado.

Se aplicarmos na base uma certa tensão, recuperar-se-á no emissor a **mesma tensão** menos a queda base-emissor (mais ou menos 0,65 V).

Se a tensão da saída fosse mais baixa, aumentaria a corrente da base e portanto a do coletor, **subindo**, deste modo, a tensão do emissor (e vice-versa).

Seguidor do emissor: a tensão do emissor segue a da base, ficando sempre inferior aos aproximados 0,65 V.



GANHO DE CORRENTE

A tensão na saída segue fielmente a da entrada: se varia um volt, também a outra faz o mesmo. Em outras palavras, o **ganho da tensão** é 1, o que poderia dar a entender que o circuito não é útil.

Mas à saída está disponível uma corrente mais elevada do que a proporcionada na entrada: existe um ganho da **corrente**, e portanto da potência.

Um seguidor de emissor pode controlar uma **carga** que necessite de uma corrente inaceitável para a fonte da que se dispõe.

Como o seguidor do emissor, a direção assistida segue fielmente os movimentos do condutor, embora reduza o esforço necessário.



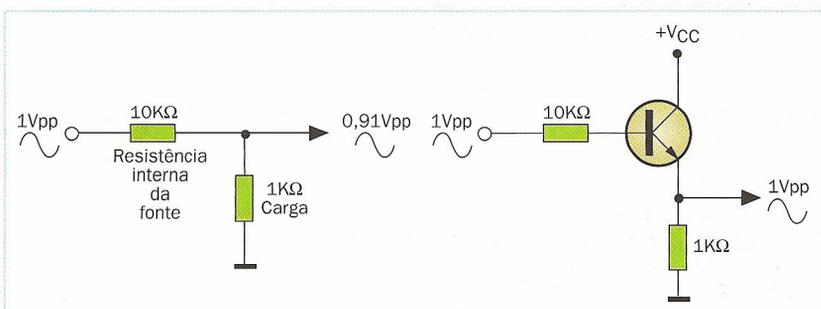
REDUÇÃO DA IMPEDÂNCIA

Se uma saída tem uma elevada resistência interna, é suficiente apenas um pouco de corrente para que a tensão diminua: diz-se que tem uma **impedância alta**.

No entanto, um seguidor do emissor tem uma **impedância baixa** de saída e uma impedância alta de en-

trada: por esse fato, proporciona muita corrente embora absorva pouca.

Se uma fonte de impedância alta está ligada com uma carga de impedância baixa (como uma resistência de baixo valor), cria-se um **divisor**: o nível do sinal reduz-se.



O seguidor do emissor, quando funciona como **reduzidor** da impedância, permite resolver o problema: amplificando a corrente é como se fosse reduzida a resistência interna da fonte.

O seguidor do emissor permite adaptar uma fonte de impedância alta a uma carga de impedância baixa.



Controle da carga

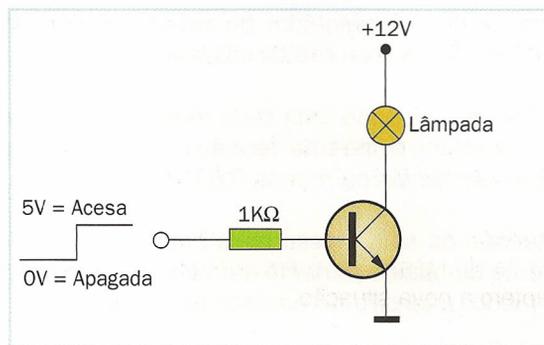
A corrente do coletor pode ser ativada ou desativada, ou ainda regulada de uma forma contínua

O circuito que se mostra na figura utiliza um transistor como **interruptor** para ligar ou desligar a lâmpada.

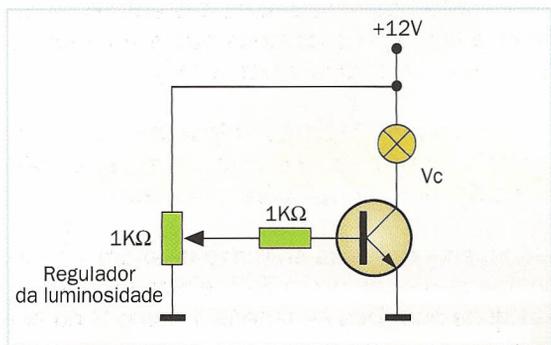
Há um importante **ganho de corrente**, já que a corrente que é absorvida pela base é inferior à que a lâmpada necessita.

Há também um **ganho de tensão**, embora menor: no exemplo, uma variação de 5 V na entrada produz uma variação de 12 V à saída.

Para fechar bem o transistor, a **corrente da base**, multiplicada pelo ganho (β), deve ser, pelo menos, igual (melhor se é maior) à exigida pela lâmpada.



O transistor fecha-se totalmente (mínima queda da tensão) somente se a corrente da base for suficiente.



Regulador da luminosidade: no pior dos casos ($V_C = 6\text{ V}$), o transistor dissipa uma potência igual à da lâmpada.

CONTROLE LINEAR E DISSIPAÇÃO

A dissipação no interruptor é muito baixa; mas este panorama pode mudar se não nos limitamos apenas a ligar, mas sim, por exemplo, se queremos variar de **modo contínuo** a luminosidade da lâmpada.

O transistor comportar-se-á como uma **resistência variável**, pela qual se moverá a corrente da lâmpada, e em cujos extremos haverá uma certa tensão: portanto deverá dissipar a potência ($V \times I$).

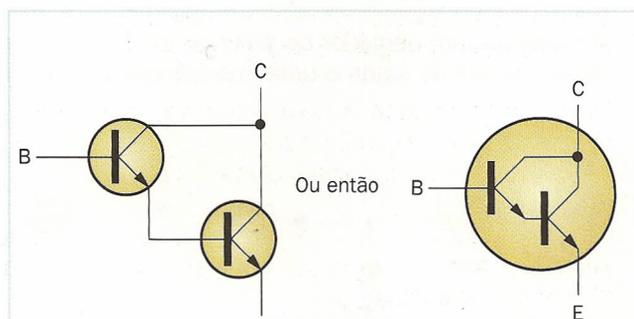
O pior caso, ou seja, a dissipação máxima (e o aquecimento), verifica-se quando a tensão do coletor se encontra na **metade do caminho** entre a massa e a alimentação.

TRANSISTORES COMBINADOS

Para aumentar o ganho, e portanto reduzir a corrente da base requerida, é possível utilizar dois **transistores** um atrás do outro, mesmo que seja no mesmo encapsulamento.

A configuração **Darlington**, bastante difundida, pode também ser adquirida como um componente já preparado: o ganho é elevado (1000 ou mais do que para os transistores de potência, o que é um valor notável).

Pelo contrário, o Darlington não fecha perfeitamente, pois tem uma **tensão de saturação** bastante elevada (mais de 2 V) que, com freqüência, não é desejável.



Dois transistores em cascata na configuração Darlington, para a alto ganho da corrente.

Transistores complementares

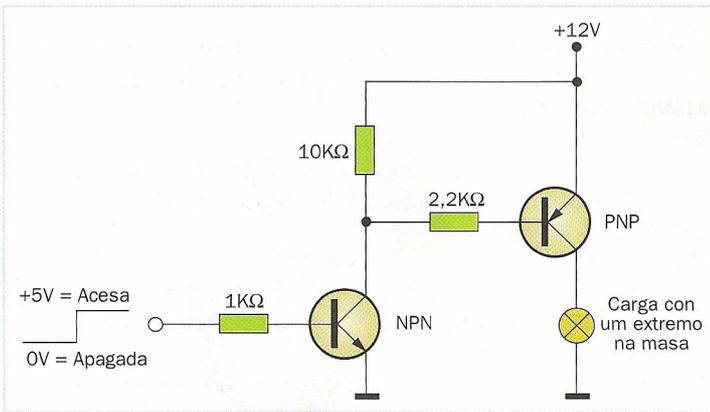
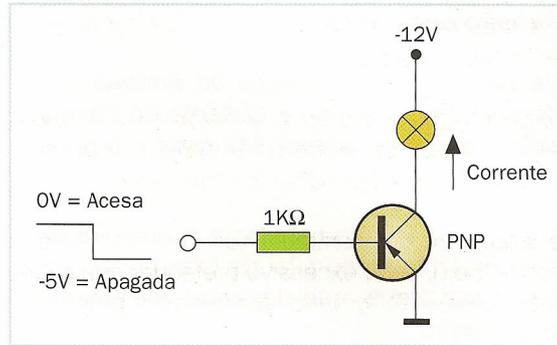
Freqüentemente é útil utilizar transistores PNP e NPN no mesmo circuito

Embora se utilizem com mais freqüência os transistores NPN, nada impede que se utilizem também os transistores do tipo **PNP** complementares.

Tornam-se muito úteis, por exemplo, nos circuitos nos quais a tensão de alimentação é **negativa**, como o interruptor que se mostra na figura.

A corrente (convencional, do positivo ao negativo) segue sempre o **sentido** da seta indicada no transistor, como se pode ver pelas setas da figura.

Utilizando um transistor PNP, as correntes e as tensões invertem-se no que respeita às de um NPN.



Interruptor no positivo: o transistor PNP é o interruptor principal, controlado pelo NPN.

INTERRUPTOR SOBRE A ALIMENTAÇÃO

Freqüentemente é útil interromper a corrente no **lado quente** de uma carga em lugar da que está ligada à massa; neste caso, o transistor clássico com emissor a massa não serve.

Durante um momento se dermos a volta ao esquema e supondo que a alimentação seja a massa, podemos verificar como se pode utilizar um transistor **PNP**, terminando no esquema anterior.

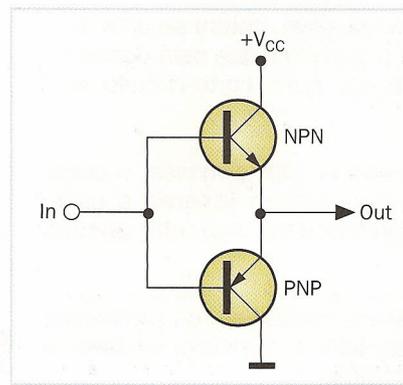
Pode-se controlar a **base** com um interruptor normal NPN, que tire corrente da "alimentação" do PNP, ou seja, em realidade da massa, tal como mostra a figura.

CIRCUITOS COMPLEMENTARES

Combinando um NPN com um PNP, é possível realizar circuitos que se comportem de um modo **simétrico**, tanto para a alimentação como para a massa.

A figura mostra o princípio de um seguidor do emissor **complementar**, no qual se apoiam por exemplo as etapas finais dos amplificadores de áudio.

A versão indicada tem, no entanto, um defeito (no campo analógico): uma **insegurança** no centro, originada pela queda base-emissor dos transistores; veremos como se podem utilizar os circuitos de correção adequados.



Seguidor do emissor complementar, capaz de trabalhar com as duas polaridades do sinal da entrada.



Geradores de corrente constante

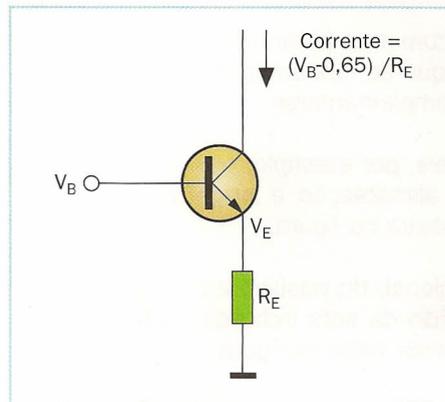
Um transistor pode ser utilizado para manter constante o valor de uma corrente

O seguidor do emissor pode ser visto como um gerador de **tensão constante**.

A tentativa para **reduzir** a tensão do emissor aumenta a tensão B-E, portanto a corrente da base e consequentemente a do coletor, faz subir a própria tensão.

Se aplicarmos esta tensão constante a uma **resistência** obteremos (segundo a lei de Ohm) uma corrente também constante, que depende unicamente da tensão da base.

Já observamos na lição 11 que esta técnica pode ser utilizada para **polarizar** de uma forma estável os amplificadores dos transistores.



Gerador de corrente constante: a corrente em R_E depende de V_E , que, por sua vez, é $V_B - 0,65$ V mais ou menos.

LIMITES E IMPRECIÇÕES

Obviamente não é possível fazer passar a corrente estável, se a **carga** não o permite: por exemplo, se existe uma resistência cujo valor seja muito elevado.

Em condições normais, o circuito mantém a corrente tanto mais **estável** (ao variar a carga) quanto mais elevado for o ganho do transistor.

Deste modo, pela resistência R_E passa a **corrente da base**: se a β é baixa, converte-se numa percentagem significativa da corrente total e interfere com a regulação.



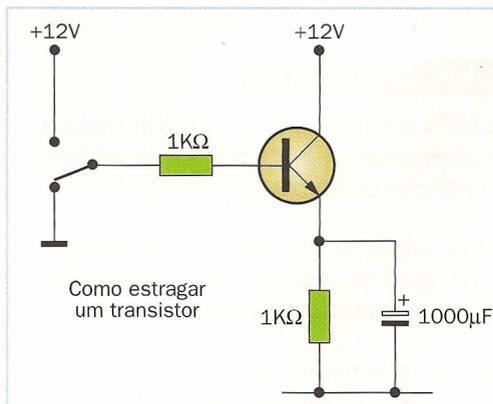
CAPACITORES E CORRENTES INVERSAS

O circuito mostrado na figura, um seguidor de emissor com um grande capacitor como carga, ilustra dois possíveis **problemas**.

Se ligarmos a entrada ao positivo, obtém-se uma forte **corrente de arranque**: o capacitor que está descarregado pode transformar-se num curto-circuito que estrague o transistor.

Se depois ligarmos a entrada com a massa, o capacitor carregado aplica uma **tensão inversa** à união emissor-base, que normalmente agüenta apenas poucos volts.

Além de algumas possíveis proteções, os problemas não se produzem se o controle do transistor se desloca **lentamente** e não aos saltos.



Os capacitores podem causar picos de corrente e tensões inversas nos circuitos que são comutados rapidamente.



O relógio

Um sinal adicional ajuda a evitar muitas comutações que não são desejadas

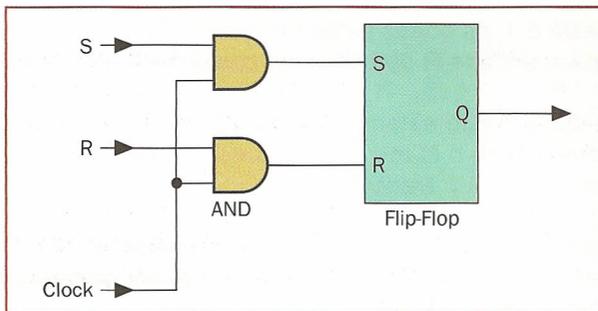
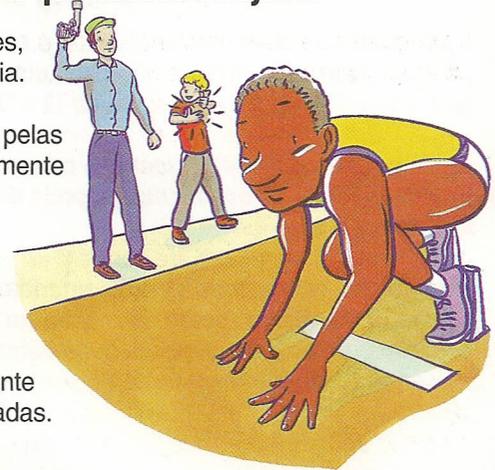
A presença de circuitos sensíveis e também para os **impulsos** breves, como os flip-flop do tipo S-R, constitui um problema de relativa importância.

Além disso é difícil, como já temos verificado, evitar os **glitch** causados pelas diferenças entre os tempos de trânsito dos distintos sinais (freqüentemente dentro dos integrados, sem possibilidade de intervenção).

Os problemas verificam-se, sobretudo, durante as **mudanças de estado** de algum sinal, e duram até que todos os circuitos combinados se adaptem à nova situação.

Seria útil poder **ativar** os circuitos sensíveis com os impulsos somente quando os sinais são estáveis, para evitar transições que não são desejadas.

Um impulso único no momento equivocado pode criar problemas.



Este flip-flop S-R pode mudar de estado somente se o sinal CK (clock: relógio) está ativo ou seja, a 1.

S-R COM RELÓGIO

Para ativar um flip-flop livremente, basta acrescentar uma **porta lógica** a cada uma das entradas, como mostra a figura (suponhamos que é uma lógica positiva, ou seja, entradas ativas a 1).

Se o sinal de controle chamado **clock** ("relógio", veremos depois a razão) está a zero, as entradas são insensíveis a qualquer variação.

Se o relógio está em 1, as entradas **passam** e o circuito comporta-se como um S-R biestável normal: salta nas duas posições se recebe 1 como S ou como R (ver figura inferior).

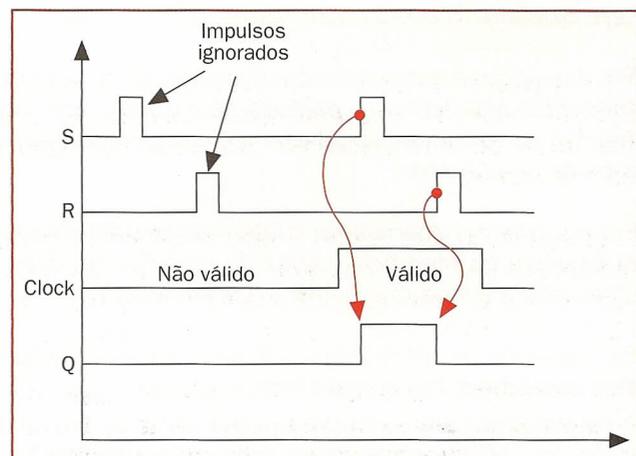
SINCRONIZAÇÃO

O relógio também pode ser utilizado de outro modo como veremos dentro em pouco: quando todos os sinais estão estáveis, dá-se um breve **impulso** (de 0 a 1 e de novo a 0) para ativar o flip-flop.

Deste modo **registra** a nova situação, mudando de estado se é necessário, e depois torna-se novamente insensível a qualquer possível interferência.

As mudanças de estado produzem-se de um modo **síncrono** com o relógio, ou seja, só em correspondência com o impulso.

As mudanças de estado das entradas que estão fora do impulso do relógio são ignoradas.





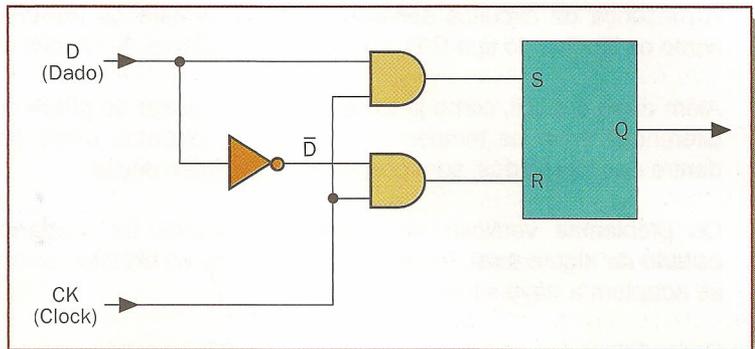
Latch transparentes

Este circuitos permitem recordar o estado de um sinal lógico

Para mudar o estado de um flip-flop é necessário atuar **alternativamente** nas duas entradas S (set, saída Q = 1) e R (reset, saída Q = 0).

De fato, uma vez que o biestável comutou, somente um sinal na **outra** entrada pode devolvê-lo à posição anterior.

No entanto, se ligarmos as duas entradas entre si com um **inversor**, como se mostra na figura, podemos obter um dispositivo bastante interessante: o "latch transparente".



Latch transparente: se o CK = 1 o sinal passa de D para Q, se o CK = 0 o flip-flop fica no estado no qual se encontrava.



O latch transparente permite fotografar a situação do sinal, independentemente do que aconteça a seguir.

DEIXA PASSAR OU RECORDA

Se o relógio está a 1, as portas estão "abertas": o sinal D **ativa** ou a entrada S ou a entrada R do biestável, conforme o seu estado.

Na prática, o dado D que está na entrada repete-se exatamente igual ao da saída Q. Se o D muda de estado, também o Q muda do mesmo modo: o latch é **transparente**.

Mas se o relógio é 0, o sinal da entrada não chega ao flip-flop: tanto o S como o R ficam em 0 e o estado da saída **congela-se** até ao próximo impulso do relógio.

AMOSTRAGEM E MEMÓRIA

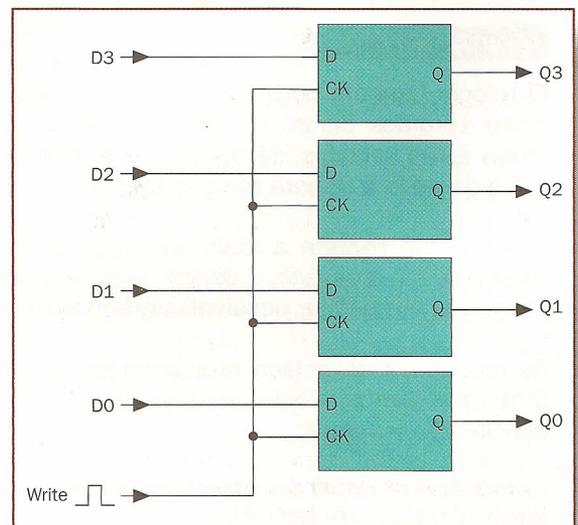
Um latch transparente é útil para **testar** um sinal digital, ou seja, examinar o estado num determinado momento.

Por exemplo, se queremos controlar segundo a segundo se um interruptor está fechado, **captura-se** o estado com um breve impulso do relógio e depois examina-se tranqüilamente sem o risco de que se altere.

Por outro lado, podemos ver o latch transparente como primeiro exemplo da **memória**, capaz de recordar um único bit durante todo o tempo que o relógio permaneça a 0.

Se dispomos de um número suficiente destes circuitos, podemos **armazenar** um número binário grande.

Memória de 4 bits realizada com outros tantos latch transparentes: o relógio representa um "write", ou seja, "escreve e recorda".



Flip-flop do tipo D

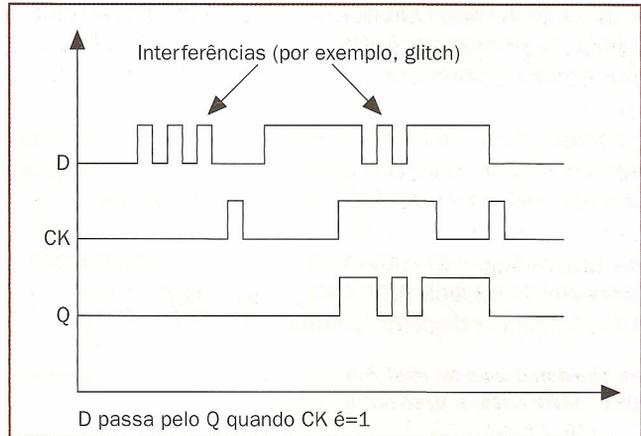
Um relógio que seja sensível à transição evita problemas durante a fase da atividade do próprio relógio

A entrada do relógio permite ao flip-flop e ao latch **ignorar** as transições que não são desejadas (por exemplo, o glitch) quando está inativo.

O problema, no entanto, apresenta-se durante o breve período de tempo da **atividade** do relógio, quando as entradas devem permanecer estáveis.

Se existem vários dispositivos **ligados** através de circuitos combinados, quando um deles salta é possível que o outro receba um glitch: faria falta um relógio independente para cada um.

Nos circuitos complexos, a saída de um biestável pode também **voltar** (através de outros circuitos) para a entrada do mesmo circuito. Como é que se pode assegurar a estabilidade enquanto o relógio está ativo?



Um latch transparente ignora as interferências, mas somente quando o relógio está sem atividade (0). Quando está ativo (1), as interferências passam.

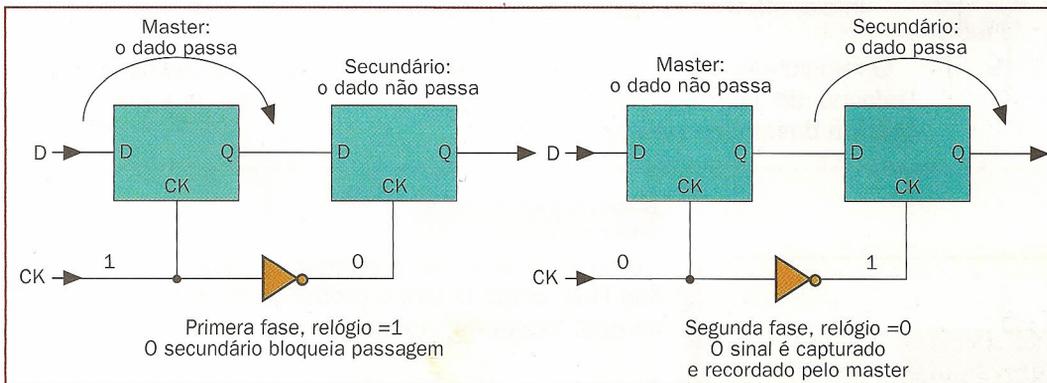
CONTROLE DA TRANSIÇÃO

O problema pode ser resolvido da mesma forma que com o **compartimento estanque**, a porta dupla utilizada pelos astronautas para não permitir que o ar escape dos veículos espaciais.

Ligando dois latch transparentes, tal como se mostra na

figura, e controlando o segundo com o relógio ao contrário, obtém-se um **flip-flop do tipo D** (ou um latch que não seja transparente).

O estado do relógio não é sensível senão a uma **transição** (mudança de estado), que no nosso caso é negativa (de 1 a 0).



O latch duplo do flip-flop do tipo D deixa passar o sinal que corresponde à parte frontal da descida do relógio.

COMO FUNCIONA O FLIP-FLOP D

Se o relógio está a 1, o **primeiro** latch (master, principal) deixa passar o sinal até à entrada do segundo (secundário), que, no entanto, está bloqueado porque o relógio está a 0.

Quando o relógio **passa** a 0, o primeiro latch fica bloqueado ao passo que o segundo se ativa, deixando chegar o sinal até à saída.

Como os latch nunca estão ativos ao mesmo tempo, nenhuma interferência pode circular. O sinal fica armazenado no instante da **descida** (de 1 a 0) do relógio.

A **subida** do relógio também não cria problemas, porque o segundo latch (secundário) fica bloqueado, mantendo estável a saída.



Limites dos flip-flop D

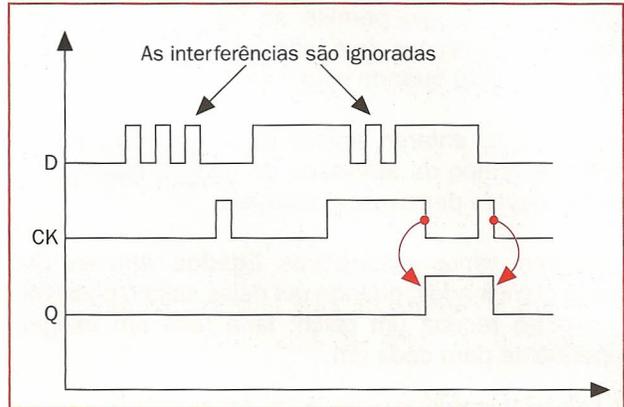
As entradas e as saídas do relógio devem respeitar algumas especificações para um funcionamento correto

Embora os flip-flop D nunca deixem passar **diretamente** o sinal da entrada até à saída, estes não são totalmente imunes às interferências.

É portanto necessário que a entrada permaneça **estável** durante alguns instantes antes da transição ativa (por exemplo, descida) do relógio e/ou após a mesma.

Por outro lado, com uma entrada que não esteja bem **definida** entre 1 e 0, seria excessivo pretender que o circuito tomasse a decisão “correta” por iniciativa própria.

Nos flip-flop D a saída muda só correspondendo com a transição ativa (neste caso, a descida) do relógio.



O SINAL DO RELÓGIO

Uma entrada que **não** deve ter glitch é a do relógio: um impulso não desejado ocasiona a substituição do dado armazenado pelo atual.

Deste fato deduz-se que o relógio não pode proceder (pelo menos, não diretamente), dos circuitos da **lógica combinatória**, que poderiam causar o glitch.

Veremos mais adiante como se resolve o problema desde o seu início, **sincronizando** todos os circuitos com um único relógio central.

O relógio não pode subir e **rapidamente** descer: existe um comprimento mínimo do impulso que se deve respeitar. Além disso, a subida e a descida devem ser rápidas e limpas.

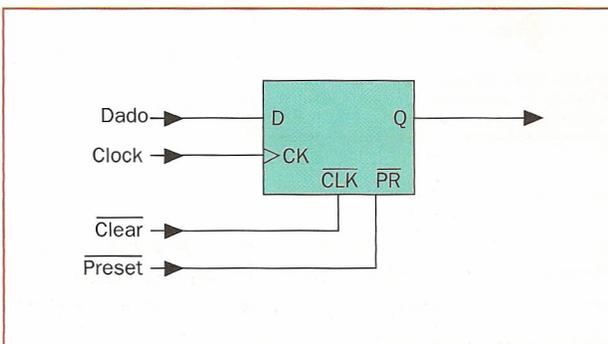
CLEAR E PRESET

Como acontece com o primeiro e mais simples flip-flop R-S, o tipo D tem o problema do **estado inicial** no qual “desperta” no momento da ativação.

Portanto, as versões integradas estão dotadas normalmente de uma entrada **Clear** (apagada), que põe a zero a saída quando esta é ativada.

Dispondo de terminais livres, pode existir a entrada recíproca do **Preset** (inicialização prévia), que põe a saída em 1.

Estas entradas de controle atuam imediatamente, sem esperar o relógio, ou seja, são **assíncronas**.



Símbolo do flip-flop do tipo D com entradas de Clear e Preset (ativos baixos); o triângulo indica a entrada do relógio.



Fios para sinais

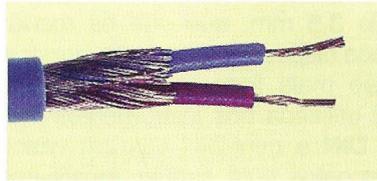
Nem sempre um fio normal é o melhor sistema para ligar dois pontos de um circuito

Um fio tem uma **indutância** própria, portanto é sensível aos campos magnéticos; além disso tem uma pequena **capacitância** em direção ao circuito, mediante a qual pode captar interferências.

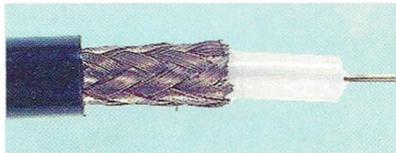
Com a baixa frequência os problemas são limitados, mas se o sinal é **fraco** (mV ou μ V) estes fazem-se sentir: como exemplo temos o zumbido a 60 Hz induzido pelo campo magnético dos transformadores.

Sendo assim utilizam-se **cabos blindados**, nos quais uma malha metálica externa (ligada à massa) evita junções capacitivas com o “resto do mundo”.

Alguns possíveis campos magnéticos produzem a **mesma tensão** tanto na sua malha como no condutor interno, pois não há diferença de tensão (sinal) entre os dois.



Em um fio blindado para a utilização do áudio, os condutores internos estão protegidos por uma malha metálica que os rodeia.



Os cabos coaxiais são utilizados para os sinais de vídeo, rádio e redes de computadores. O fio da antena de televisão é um fio primitivo coaxial

CABOS COAXIAIS

Nas **altas frequências**, a capacidade dos fios blindados introduz um enfraquecimento inaceitável; utilizam-se então os cabos coaxiais.

Têm uma **impedância** muito concreta (por exemplo, 50 Ω) e são ligadas entre as fontes e os usuários que têm exatamente a mesma impedância.

Deste modo, garante-se uma transferência melhor do sinal, exceto a inevitável **perda** declarada das características do fio.

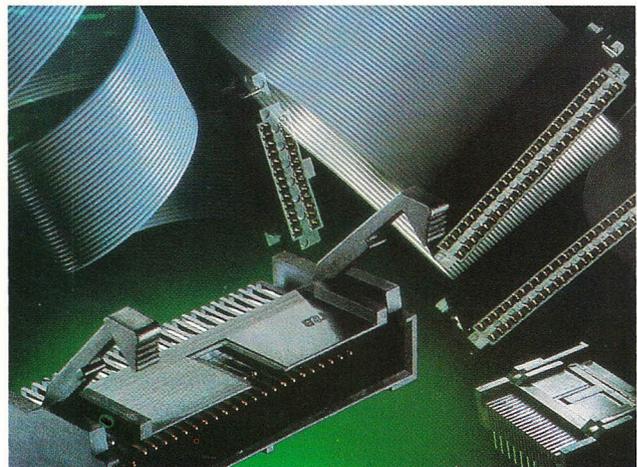
FIOS PLANOS (FLAT-CABLE)

Os sinais digitais viajam frequentemente em **grupos**, por exemplo os 16 fios correspondentes aos 16 bits de um número binário.

Para se evitarem problemas e assegurar-se da uniformidade das características elétricas, utilizam-se os **fios planos**, compostos por vários fios adjacentes.

Algumas vezes os fios são ligados alternativamente à **massa** para se obter um efeito de blindagem; em outros casos podem levar um invólucro condutor como acontece com os fios blindados.

Os fios planos são usados, por exemplo, para ligar os discos de um computador à placa-mãe.



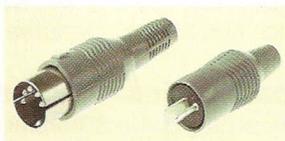
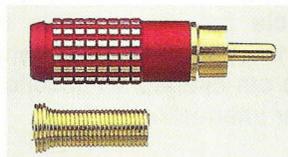


Conectores para sinais

Todos os tipos de fios têm os seus conectores especiais

Para os cabos blindados, normalmente utilizados para áudio, existem diferentes tipos de conectores. Os equipamentos de alta fidelidade utilizam em geral **conectores RCA** com massa externa.

Os conectores **jack** de 3,5 mm, que são os menos fiáveis, encontram-se nos dispositivos de áudio baratos, enquanto que a versão mais forte, de 6,5 mm (de derivação telefônica) é utilizada nos instrumentos musicais. Os conectores **DIN** e mini-DIN utilizam vários contatos que estão dispostos num círculo, iguais aos conectores de áudio profissionais (XLR). A **qualidade** do contato é importante: os conectores dourados têm um funcionamento melhor e mais confiável, se são utilizados tanto para o conector como para a tomada.

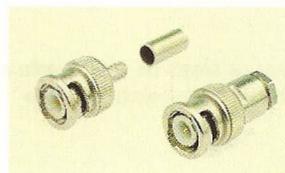


Da esquerda para a direita e de cima para baixo: conectores para cabos blindados do tipo RCA, jack, DIN e XLR.

CONECTORES PARA CABOS COAXIAIS

Para os cabos coaxiais utilizam-se frequentemente os **BNC**: estes têm de ser inseridos e girados para os deixar fixos. Para as frequências mais altas utilizam-se os **TNC** de rosca. Também para as potências elevadas (e fios de maiores dimensões), por exemplo nos transistores de rádio, utilizam-se conectores de rosca do tipo **N**.

Os dois tipos de cabos já mencionados existem na versão que se pode bloquear através de uma **pinça** especial, ou na qual se solda (o que requer uma mão muito firme e certa experiência). No outro extremo estão os conectores para o fio da **antena de televisão**, econômicos mas de características bastante insuficientes.



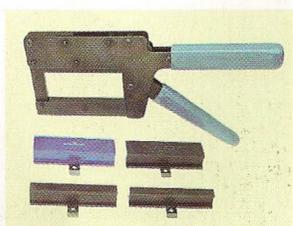
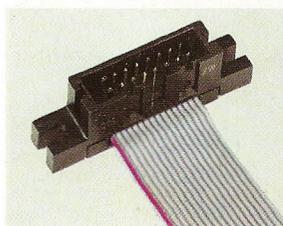
Da esquerda para a direita e de cima para baixo: conectores para os fios coaxiais (frequências altas ou redes locais) do tipo BNC, TNC e N.

CONECTORES PARA OS FIOS PLANOS

É necessária uma **pinça** especial para montar com precisão os conectores para fios planos, cujas folhas devem cortar o isolador dos fios e assegurar um bom contato.

Uma das principais vantagens dos fios planos consiste na **rapidez** e simplicidade do revestimento: até 50 fios ou mais ainda com uma única operação.

Como o fio **atravessa** o conector, podem ser montados vários conectores no mesmo fio, não só nos extremos.



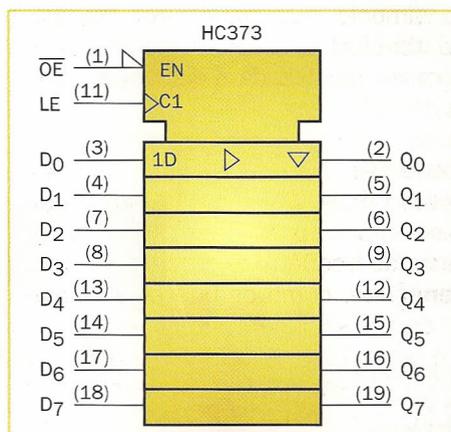
Conectores para fios planos e a pinça associada para fechar; necessita-se uma certa precisão para conseguir um resultado fiável.

Dados dos latch transparentes

As folhas de dados proporcionam informação sobre o relógio e também sobre as temporizações que há que respeitar

Um integrado contém normalmente vários latch transparentes, por exemplo oito, como o já difundido 74HC373, cujo símbolo IEC aparece representado na figura. À esquerda estão, como sempre, as entradas dos dados e à direita estão as saídas, em cima as entradas de controle: no nosso caso OE (Output Enable: saída ativada) e LE (Latch Enable: latch ativado).

O primeiro (OE) controla o estado em alta impedância das saídas, enquanto que o segundo (LE) se encarrega de controlar o latch, ou seja, o relógio, que atua simplesmente sobre os 8 dados. Neste caso, o termo "relógio" não é talvez o mais apropriado; no caso dos latch prefere-se utilizar o termo latch enable.



Símbolo IEC do óctuplo latch 74HC373, os números entre parênteses referem-se à disposição dos terminais.

TABELA VERDADE

Na tabela verdade vê-se que o OE deve estar baixo para ativar as saídas, de outra forma ficam em alta impedância (Z), ou seja, desligadas.

Se o controle LE está alto (últimas duas linhas), cada entrada do dado D passa para a correspondente saída Q, como se o latch não existisse.

Se o LE está baixo (L), a saída é armazenada e não varia quando muda do D; a saída é portanto "capturada"

na descida do LE. Deve-se comprovar que não existe nenhum mecanismo de posta a zero: o estado inicial de cada latch não está garantido.

ENTRADAS			SAÍDAS
OE	LE	D	Q
H	X	X	Z
L	L	X	SEM ALTERAÇÕES
L	H	L	L
L	H	H	H

A entrada do latch enable (LE) controla a passagem ou a "congelamento" dos dados nas saídas.

TEMPOS DE SETUP E HOLD

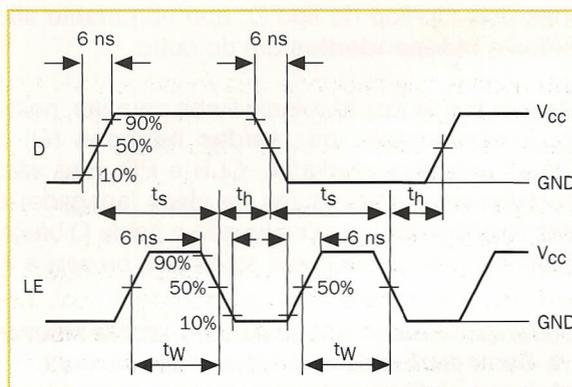
A figura, que à primeira vista (embora simplificada) pode parecer um pouco confusa, mostra os tempos que se devem respeitar.

Quando o LE baixa para "capturar" os dados, estes devem estar estáveis durante pelo menos um tempo t_s

(setup time: tempo de configuração) e permanecer assim durante pelo menos um tempo t_h (hold time: tempo de manutenção). Quando o LE sobe, não deve baixar de novo durante um tempo $t_{W(H)}$; este é o comprimento (width) mínimo do impulso do sinal de controle ("clock").

Símbolo	Parâmetro	Condições do teste		Valor				Unidade	
		V_{CC} (V)	C_L (pF)	$T_A = 25^\circ C$ 54HC e 74 HC		-40 a 85 °C 74 HC			
				Min.	Tip.	Máx.	Min.		Máx.
$t_{W(H)}$	Largura do impulso mínimo (LE)	2.0 4.5 6.0	50		15 6 6	75 15 13		95 19 16	ns
t_s	Set-up time mínimo	2.0 4.5 6.0	50		16 4 3	50 10 9		65 13 11	ns
t_h	Hold time mínimo	2.0 4.5 6.0	50		5 5 5			5 5 5	ns

Limites temporários que se devem respeitar para um correto funcionamento do latch.



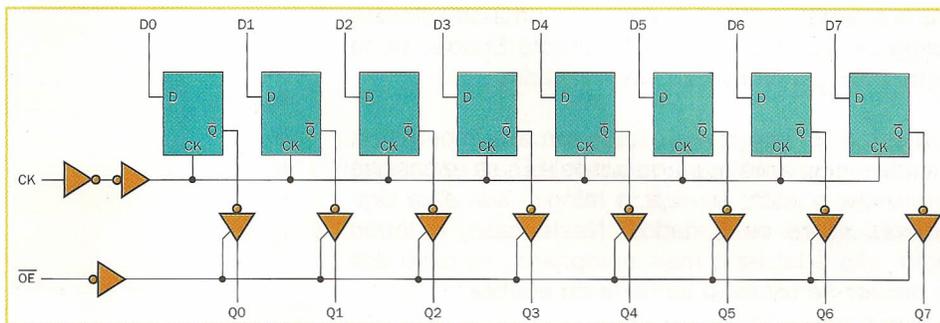


Dados dos flip-flop D

As versões que contêm menos biestáveis têm espaço para as entradas auxiliares

Não indicamos o símbolo IEC do óctuplo flip-flop 74HC374 porque é **idêntico** ao do latch 74HC373 que aparece na página anterior, incluída a disposição dos terminais. A única diferença é que a entrada de controle está marcada como **CK** em vez de como LE, para indicar que se trata de um relógio verdadeiro (sensível à transição).

Esquema funcional do 74HC374: CK é o relógio comum, ao passo que o OE controla os buffer do estado em triplicado da saída.



A figura mostra o **esquema funcional**, no qual se vêem claramente os oito flip-flop do tipo D controlados pelo mesmo relógio CK.

PARTE FRONTAL DO RELÓGIO

A **tabela verdade** do 74HC374 indica os mesmos valores que a do latch transparente 74HC374, embora haja uma importante diferença.

Não estão indicados os níveis da entrada do relógio CK, a não ser as suas **transições** de um estado para o outro: a descida de (H para L) e a subida de (L para H), que além disso devem ser velozes. Os níveis não influem em absoluto, embora aconteça com a descida do relógio: as saídas mudam de estado apenas em correspondência com a **frente da subida** (outras marcas utilizam uma seta que aponta para cima).

Exceto nesse momento, os flip-flop nunca deixam **passar** os dados da entrada, seja qual for o estado do CK.

ENTRADAS			SAÍDAS
OE	CK	D	Q
H	X	X	Z
L	⌊	X	SEM ALTERAÇÕES
L	⌋	L	L
L	⌋	H	H

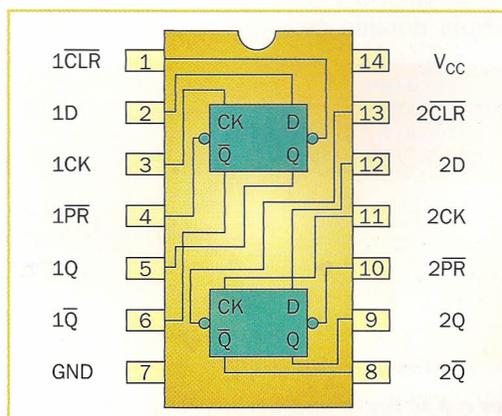
Não conta o nível da entrada do relógio (CK), mas sim a sua transição positiva (subida).

OS FLIP-FLOP COM MUITOS ACESSÓRIOS

O 74HC74 é um integrado muito simples: contém apenas dois flip-flop do tipo D, que no entanto são totalmente **independentes** um do outro.

A disponibilidade dos terminais livres permitiu, neste caso, a incorporação das **saídas negadas** (Q) e das duas entradas auxiliares: CLR e PR. Elas são, respectivamente, abreviaturas de **clear** (apagado) e **preset** (inicialização): a primeira põe a saída Q baixa, ou seja, a 0, a segunda põe a saída alta, ou seja a 1.

Disposição dos terminais "ao velho estilo" (no IEC) do 74HC74: dois flip-flop do tipo D com as entradas auxiliares de clear e preset.





Eletrônica do automóvel

A eletrônica assume um lugar cada vez mais importante no automóvel, embora algumas vezes apresentem problemas

Contato, injeção, ABS, controle da tração, anti-derrapagens, anti-roubo, rádio, airbag, mudanças automáticas: são exemplos da **eletrônica no automóvel**.

O automóvel pode ser muito cômodo para os seus ocupantes mas não o é para os dispositivos eletrônicos: é um dos ambientes que submetem a um maior **stress** de todos os tipos.



PROBLEMAS MECÂNICOS E ELÉTRICOS

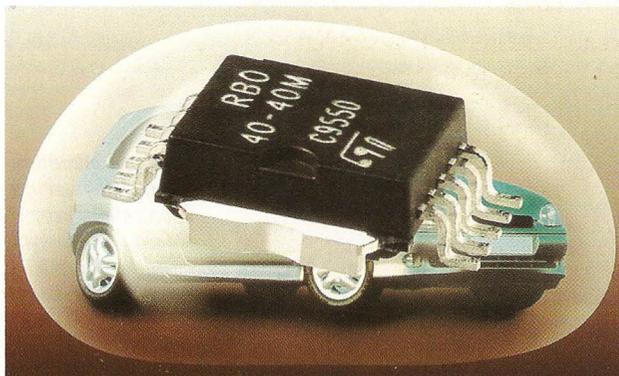
As **vibrações** podem causar desgaste, interrupções e contatos falsos; a exposição à água e ao pó requer uma proteção adequada.

A **temperatura** pode variar, de uma forma indicativa na América do Sul, entre menos -30 °C e mais de +100 °C, não só na capota do motor como também na chapa que está exposta ao sol.

Também não podemos esquecer os **agentes químicos** que podem atacar os fios e os contatos, tais como o sal, o óleo, a gasolina e os detergentes.

A **alimentação** elétrica é bastante variável: entre 5-6 V durante o arranque em frio, e até 15-16 V em andamento normal.

A tudo isto, sobrepõem-se breves **impulsos** de interferência, que podem alcançar centenas de volts tanto positivos como negativos.



Os dispositivos eletrônicos representam uma percentagem significativa e crescente do custo de um automóvel.

INTERFERÊNCIAS DO RÁDIO

A diferença entre os carros antigos, autênticos **transmissores** de interferências (por exemplo, dos fios das luzes), e os automóveis modernos, é que eletricamente são mais "silenciosos".

A eletrônica de bordo deve também resistir a fortes **incitamentos** eletromagnéticos, como os causados pela proximidade das antenas transmissoras.

Os **funcionamentos incorretos** de alguns ABS da primeira geração, pela presença dos telefones móveis, são um exemplo significativo do que se trata de evitar.



Câmara para o controle das emissões eletromagnéticas e da sensibilidade da eletrônica de bordo com as interferências.



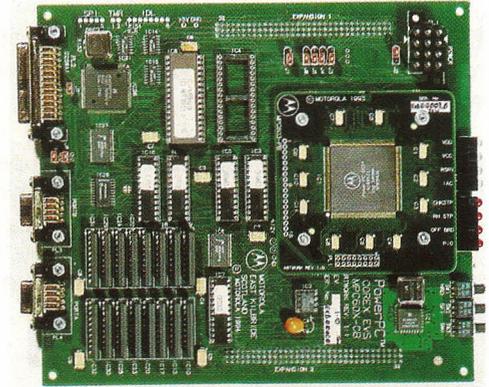
Automóvel e fiabilidade

A fiabilidade de um dispositivo depende do elo mais fraco da cadeia

Se o rádio deixa de funcionar, o que é que podemos fazer. No entanto se está **estragado** o ABS, impedindo que se trave (como efetivamente acontece num determinado modelo) o problema torna-se muito mais grave.

Alguns dispositivos devem ter um elevado nível de confiabilidade, que deve começar pelos **componentes**, que já foram sujeitos na origem a severos testes muito caros. Os **conectores** em especial, são um dos pontos débeis de toda a instalação elétrica, embora ultimamente tenham melhorado bastante.

O teste automatizado de cada componente reduz em grande parte a possibilidade de que surjam problemas.



Câmara climática com temperatura controlada para o teste e o burn-in dos dispositivos terminados.

O PROJETO PARA O BURN-IN

A confiabilidade nasce no projeto, que deve prevenir **todo** e qualquer possível inconveniente quando se examina a lista de possíveis danos, ou seja, das probabilidades relativas (técnica desenvolvida para as centrais nucleares).

Todo o processo produtivo deve ser organizado com grande precisão, até ao mais ínfimo detalhe para o **teste** final, que, no entanto, não é suficiente. Muitos componentes estragam-se no seu primeiro período de vida: um envelhecimento **acelerado** a altas temperaturas (burn-in) permite superar este período crítico.

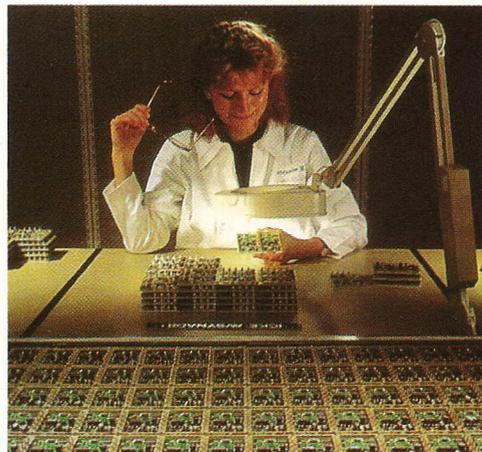
DIAGNÓSTICO E AUTO-DIAGNÓSTICO

A reparação de um veículo não deve necessitar de um perito em eletrônica; o elemento que está estragado deve ser **identificado** por "testers" especiais, que são ferramentas realizadas à medida.

Os dispositivos essenciais, como o ABS, devem saber reconhecer um funcionamento irregular **próprio** (auto-diagnóstico), indicá-lo e excluí-lo parcial ou totalmente.

Devem também **resistir** a defeito externos, como um contato interrompido ou incerto, permitindo, se é possível, que o veículo continue funcionando com segurança, mesmo com prestações abaixo do normal.

Deve-se **armazenar** o problema detectado de forma a que se simplifique a posterior verificação dos mesmos.



Os dispositivos eletrônicos para os automóveis requerem um trabalho minucioso e demorado para os serem afinados conforme o projeto.



Interferências e proteções



As interferências recebidas pelos dispositivos eletrônicos podem ser reduzidas através de diferentes técnicas

Um aparelho eletrônico, assim como um amplificador de alta fidelidade, pode **receber** interferências de natureza diversa, diretamente ou através das suas ligações.

Os **campos elétricos** (por exemplo, de junções capacitivas) e em parte os **eletromagnéticos** (do rádio) podem ser evitados com uma simples proteção, uma caixa metálica que esteja ligada à massa.

Para evitar os **campos magnéticos** (por exemplo, dos transformadores que estão mais próximos), é necessário, no entanto, que a blindagem seja de material ferromagnético, por exemplo, uma lâmina fina de ferro. Para a alimentação dos filtros e saídas podem ser utilizados **filtros** para aterrar os sinais não desejados, como as ondas de rádio captadas pelos fios que se comportam como antenas receptoras.



INTERFERÊNCIAS DO EXTERIOR

Nem todas as interferências procedem do exterior: muitas delas **provêm** de outras zonas do próprio circuito, especialmente onde existem altas frequências, circuitos digitais ou correntes fortes.

Para poder evitá-las é necessário utilizar **proteções** posteriores das zonas críticas, ou de componentes simples, como os indutores e transformadores. Os **fios** que levam sinais fracos estão protegidos; nos gravadores de som, por exemplo, estão também protegidas tanto as cabeças como as ligações que levam associadas.



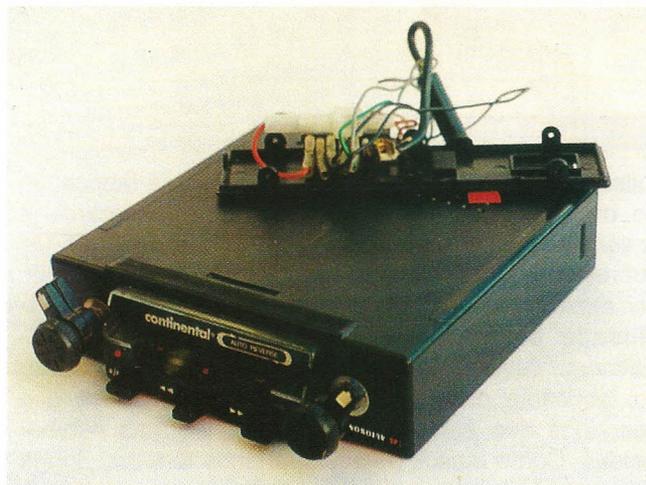
A cabeça de um aparelho de vídeo está encerrada em uma blindagem metálica para evitar que capte interferências.

LIMITES DAS PROTEÇÕES

As proteções não fazem milagres. Por exemplo, um fio blindado é **pouco eficaz** se passa uma corrente de interferência através da sua malha.

A **disposição** dos circuitos dever ser estudada com detalhe, especialmente se existem correntes elevadas; freqüentemente utiliza-se um único ponto da massa central para evitar interações entre as correntes dos fios da massa. Na alta freqüência, os orifícios de uma proteção (por exemplo, uma tampa) devem ser muito mais pequenos do que o comprimento **da onda** do sinal (e dos seus primeiros harmônicos); a blindagem deve ter, além disso, a espessura adequada.

A proteção de um rádio de um carro é quase sempre contínua, para evitar a entrada (e a saída) das interferências com altas frequências.





Emissões não desejadas

Um dispositivo eletrônico não deve criar nunca interferências a nada

Embora seja relativamente fácil fazer com que um circuito seja pouco sensível às interferências, o caso contrário torna-se muito mais complicado: evitar que sejam **produzidas**.

O problema tem que ver, sobretudo, com as **altas frequências**: praticamente todo o circuito onde existam comutações bruscas produzem ondas de rádio numa ampla gama de frequências. Podem interferir com receptores **sensíveis**, como os que estão instalados nos aviões para as comunicações e para a aterrissagem com o piloto automático... especialmente se são produzidas no próprio avião, por exemplo por um videogame de bolso.

DIGITAL É PIOR

Nos circuitos digitais produzem-se um grande número de **comutações**, e cada uma delas ocasiona uma minúscula interferência.

São uma assinalada fonte de **interferências eletromagnéticas**, tanto mais prejudiciais quanto mais alta é a frequência do seu funcionamento.

Para um PC de caixa metálica é essencial, mas não suficiente; todas as ligações (especialmente as do vídeo que são muito rápidas) devem estar perfeitamente **protegidas** e/ou filtradas.

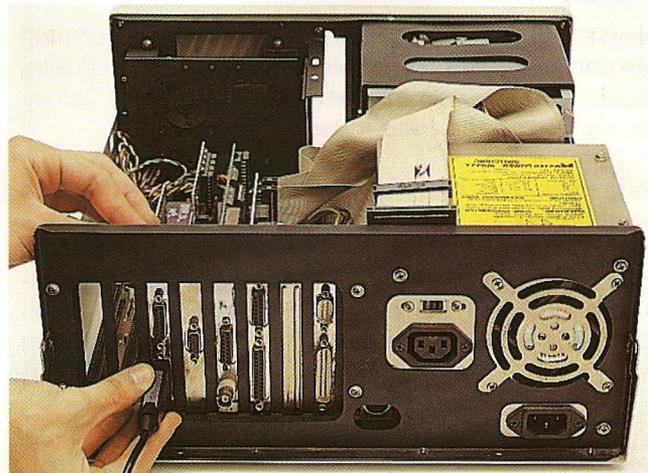
Como as ondas do rádio de alta frequência passam também através de **fendas** relativamente pequenas, é necessário que a blindagem seja contínua, com parafusos ou contatos cada poucos centímetros.

NORMAS EMC

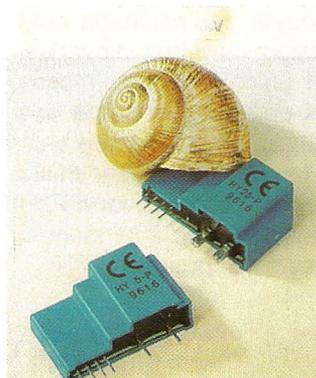
Existem normas internacionais que regem a fabricação de equipamentos eletrônicos de forma a garantir a emissão e sensibilidade de ondas eletromagnéticas. Os aparelhos que são vendidos na Comunidade Européia, por exemplo, devem respeitar as normas de **compatibilidade eletromagnética** (EMC). Esta são especialmente severas, e estabelecem a **responsabilidade** do fabricante para possíveis estragos derivados dos aparelhos que estão à margem das normas estabelecidas. Como muitos destes aparelhos têm uma longa vida, serão necessários, em qualquer dos casos, alguns



O vidro de um forno microondas (2.450 MHz) tem uma rede condutora que faz de blindagem para evitar as emissões.



Um PC, que funciona com dezenas ou centenas de MHz, transmite interferências de rádio sensíveis às frequências de vários GHz.



anos para reduzir a **contaminação eletromagnética** para limites aceitáveis.

Os dispositivos eletrônicos procedentes da União Européia, que trazem esta marca estampada, já passaram pelo teste europeu de conformidade.



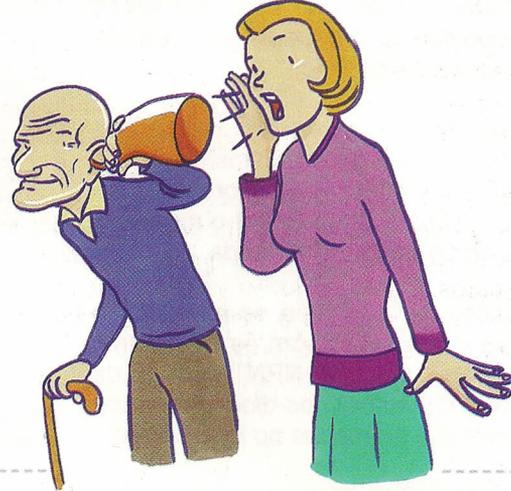
Pre-amplificador autoregulado

Um microfone amplificado, com controle automático do volume

Conforme os estados de ânimo e as **circunstancias**, podemos murmurar, conversar, discutir, ou alterar-nos até falarmos em voz alta, muito alta ou inclusive gritar.

Também o telefone ou um **microfone**, se o mantivermos muito perto da boca, produz um sinal elétrico mais forte, ao passo que se o afastarmos a tensão baixa bastante.

Em muitos casos, a **intensidade** da fonte sonora não pode ser controlada de qualquer maneira, como acontece por exemplo no caso de uma entrevista ou a gravação de uma voz familiar.



PROBLEMAS DE DINÂMICA

O nosso ouvido é capaz de detectar uma **ampla gama** ou “dinâmica”, de intensidades sonoras (ver lição 16 de

Análogica), enquanto que os circuitos eletrônicos são bastante mais limitados.



O controle do volumen regula o nível do sinal de áudio, mas requer um manejo manual.

Realmente, um sinal que seja muito forte “choca” contra a massa ou a alimentação e portanto fica **alterado**, ao passo que um que seja muito fraco é tapado, ou interferido, pelo **ruído de fundo**.

É necessário um **regulamento** do nível, para estarmos seguros de que a tensão do sinal de áudio permanece sempre com valores que são facilmente tratados pelo circuito.

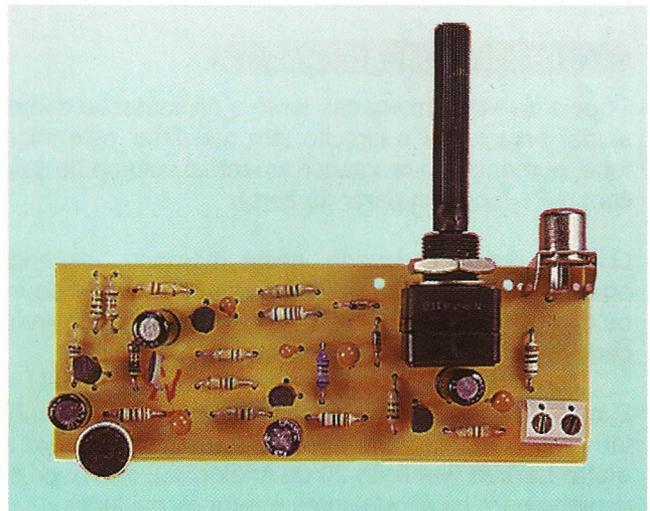
O MANDO... QUE NÃO ESTÁ

Quando se ouve música com um equipamento de alta fidelidade, se o **volumen** está muito baixo gira-se o controle do volumen no sentido dos ponteiros do relógio, e se está muito alto gira-se no sentido contrário.

O nosso pre-amplificador do microfone faz o mesmo, mas **automaticamente**: se o nível sonoro é excessivo, baixa-se o volumen; se é baixo, sobe-se até levá-lo para um nível aceitável.

O controle automático do nível (ALC: automatic level control) atua observando o **próprio sinal** que está à saída do pre-amplificador, e utiliza-o para corrigir a amplificação.

O pre-amplificador do microfone com o ALC terminado.



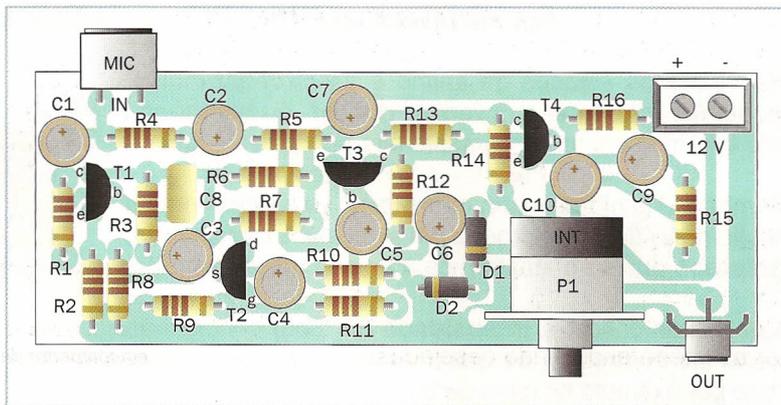


Montagem do circuito

A figura que está ao lado mostra, como já é habitual, o **plano da montagem** dos componentes do pre-amplificador na base do circuito impresso

O **microfone** do tipo eletreto está polarizado: O contato que se transmite até à envoltura metálica do microfone vai ligado à massa. Pode-se ver o mesmo à direita da figura já mencionada.

Muita atenção para não se confundir o **T2**, que é um JFET, com os outros três transistores que são NPN normais da união (BJT); também os diodos e os capacitores vão montados no lado correto.



Disposição dos componentes sobre a base do pre-amplificador com ALC; observe o microfone que está em cima à esquerda.

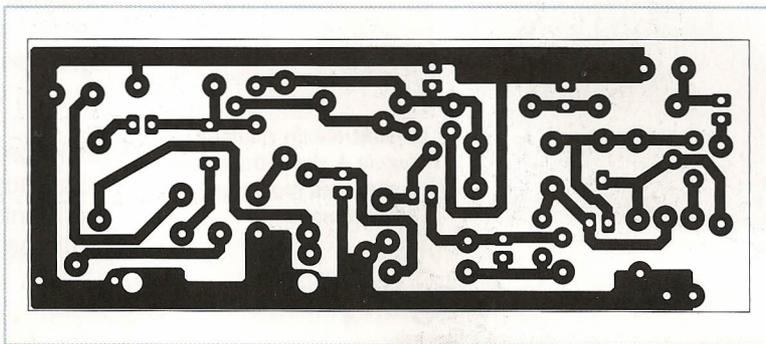
LIGAÇÕES EXTERNAS

A **alimentação** necessita de um fio normal com dois condutores, que transporta a fonte de energia, com uma pilha de 9 V ou com um adaptador da rede de 12 V_{cc}, respeitando os símbolos + e - indicados ao lado do conector.

O **microfone** pode, para uma maior comodidade da montagem, afastar-se alargando os fios, mas não convém que ultrapasse mais do que alguns centímetros de comprimento. A **saída** utiliza um conector comum de áudio coaxial, e pode ser ligado

com o fio blindado (que se pode adquirir já preparado) à entrada "line" ou "aux" de um equipamento de alta fidelidade.

Circuito impresso do pre-amplificador, visto do lado da pista de cobre.

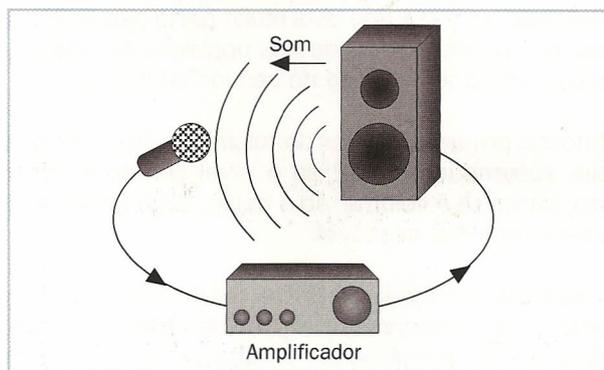


TESTE E UTILIZAÇÃO PRÁTICA

Depois de estarem ligadas tanto a alimentação como a saída, para testar o circuito tem que **falar** pelo microfone, aumentando progressivamente o volume de saída com o P1 (convém partir do zero).

O **nível** do sinal deveria, neste momento, depender apenas da posição do P1, e não da intensidade da voz ou da distancia para o microfone, pelo menos dentro de certos limites.

É importante estar longe dos alto-falantes e não aumentar muito o nível, para evitar o desagradável silvo do **efeito Larsen** (ver lição 20 de Analógica), que pode ser daninho para os alto-falantes e para os ouvidos.

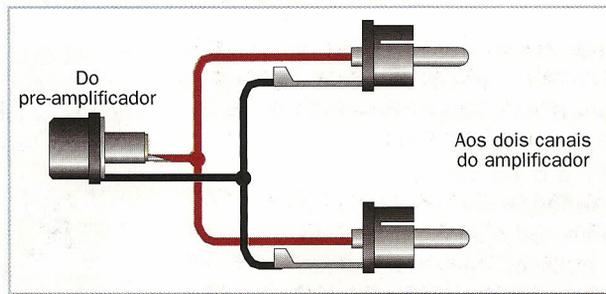


Efeito Larsen: se o som dos alto-falantes entra de novo no microfone com a intensidade suficiente, produz-se um silvo agudo de alto volume.

DE MONO A ESTÉREO

A saída do pre-amplificador é de apenas **um canal**, ou seja, monoaural ou ainda familiarmente “mono”; se é utilizado um equipamento de alta fidelidade, seria preferível ouvir os sons através dos dois alto-falantes simultaneamente.

Não há nada mais simples de fazer: basta ligar a mesma saída a **ambas** as tomadas da entrada em paralelo, por exemplo, se utilizamos o adaptador ilustrado na figura. Como acontece normalmente com os sinais de áudio, se os fios têm um comprimento superior a uns centímetros convém utilizar **fio blindado** para evitar as interferências não desejadas.



Adaptador do mono em estéreo, que deve ser montado na entrada do equipamento de alta fidelidade para ouvir os sons nos dois canais.



INTERVENÇÕES DO REGULADOR

O regulador automático do volume intervém com relativa **rapidez** (dezenas de milésimos de segundos), para reduzir o volume no caso de que a entrada do microfone seja excessiva.

No entanto é um pouco mais lento para **soltar**, ou seja, subir novamente o volume, para evitar que a sua intervenção resulte demasiado pesada: o tempo que demora a soltar-se é da ordem do segundo.

Quando se fala com muita força ou quando o microfone está muito perto da boca, a correção contínua do volume **avisa** e é pouco agradável: convém ter cuidado de que não seja excessiva.

Um alto volume sonoro à entrada obriga o circuito a freqüentes correções do nível do sinal.

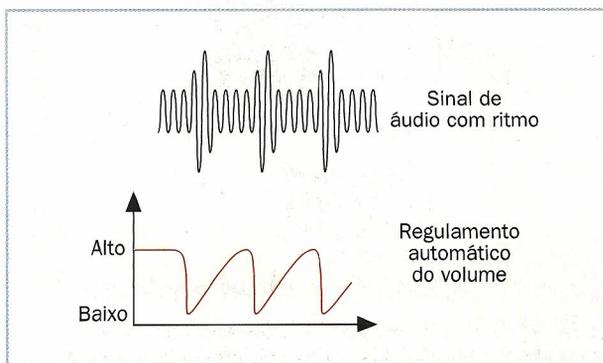
TAMBÉM PARA A MÚSICA

Se tiramos o microfone e a sua resistência de alimentação R4, o pre-amplificador pode ser utilizado para regular automaticamente o nível de um **sinal musical** aceitando uma qualidade que não seja demasiado elevada.

É quase certo que será necessário **atenuar** o sinal à entrada, por exemplo com um divisor (ou melhor, com um potenciômetro logarítmico de 10 K Ω), e será preciso dividir pela metade o valor de C8.

A **interação** entre o ritmo da música e a velocidade da intervenção do ALC pode provocar um efeito acústico pouco agradável de “curva”, que pode ser atenuada se reduzimos o sinal para a entrada.

Intervenção contínua do regulador ALC no caso de uma música (ou voz) com ritmo forte.





Funcionamento do circuito

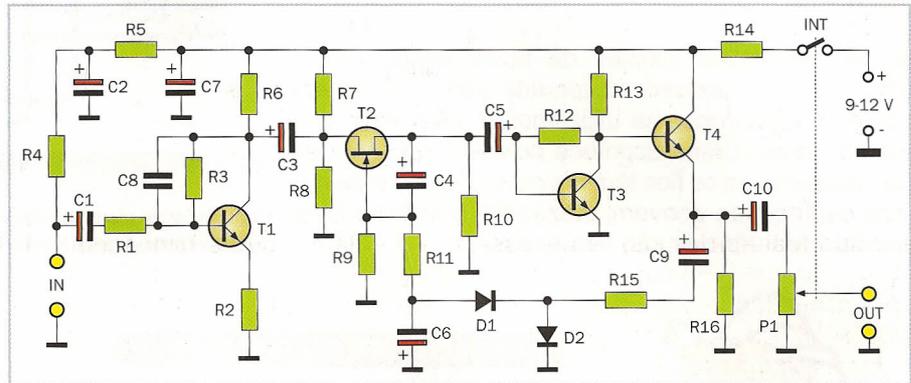
O **microfone** é alimentado através do R4, ao passo que o R5 e o C2 filtram a alimentação para evitar retornos da saída e conseqüentes auto-oscilações.

do T1 para as freqüências mais altas, por cima dos 6.000 Hz, que não têm qualquer significado na voz humana.

O T1 e o T3 funcionam como **amplificadores** normais, enquanto que o T4 é um seguidor do emissor que tem unicamente a missão de "fortalecer" o sinal, mantendo imutável a amplitude.

O capacitor C8 **reduz** o ganho

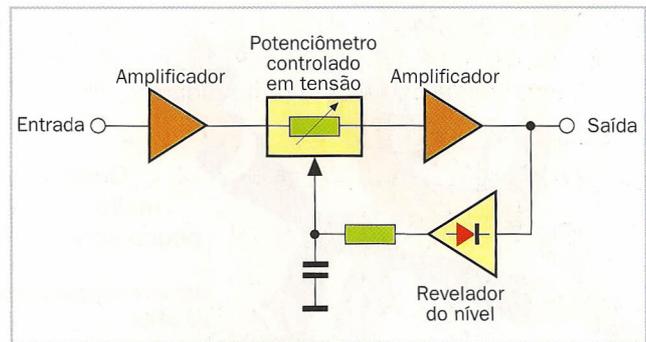
Esquema elétrico do pre-amplificador com controle automático do nível.



POTENCIÔMETRO AUTOMÁTICO

O JFET T2 funciona como uma **resistência variável** (ver lição 23 de Analógica), que mais ou menos atenua o sinal conforme a tensão contínua aplicada na sua porta.

Esta última não é senão a **saída** do T4, que está dirigida pelos diodos D1 e D2 de modo que se produza uma tensão contínua proporcional ao nível do sinal. Em outras palavras, quanto mais **amplo** é o sinal na saída, mais sobe a tensão no C6, que por sua vez polariza negativamente o T2, aumentando a resistência baixando portanto o volume.



Esquema de blocos do circuito.

LISTA DOS COMPONENTES

Resistores

- R1,R6 = resistor de 5,6 K Ω (verde, azul, vermelho)
- R2,R14 = resistores de 100 Ω (marrom, preto, marrom)
- R3 = resistor de 470 K Ω (amarelo, violeta, amarelo)
- R4,R10,R13,R15 = resistores de 2,2 K Ω (vermelho, vermelho, vermelho)
- R5,R11 = resistores de 10 K Ω (marrom, preto, laranja)
- R7 = resistor de 100 K Ω (marrom, preto, amarelo)
- R8 = resistor de 15 K Ω (marrom, verde, laranja)
- R9 = resistor de 220 K Ω (vermelho, vermelho, amarelo)
- R12 = resistor de 1 M Ω (marrom, preto, verde)
- R16 = resistores de 4,7 K Ω (amarelo, violeta, vermelho)
- P1 = potenciômetro de 10 K Ω logarítmico, com interruptor

Capacitores

- C1,C3,C10 = capacitores eletrolíticos de 22 μ F 16 V
- C2,C6,C9 = capacitores eletrolíticos de 4,7 μ F 16 V
- C4,C5 = capacitores eletrolíticos de 1 μ F 16 V
- C7 = capacitor eletrolítico de 47 μ F 16 V
- C8 = capacitor cerâmico de 220 pF

Vários

- D1,D2 = diodos 1N4148
- T1,T3,T4 = transistor NPN tipo BC547
- T2 = transistor FET do canal N tipo BF245
- OUT = tomada coaxial de áudio para circuito impresso
- 1 microfone eletreto
- 1 conector de dois pólos para circuito impresso
- 1 porca para o potenciômetro
- 1 comando
- 1 circuito impresso