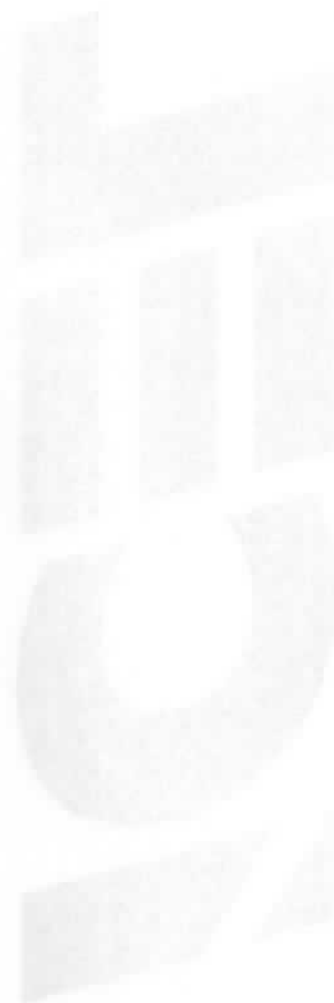


# **ICEL** *manaus*

**MANUAL DE INSTRUÇÕES  
DO KIT EDUCACIONAL  
MODELO MX-906**

MODELO INX 267  
DO KIT EDUCACIONAL  
MANUAL DE INSTRUÇÕES

substantivo



# ÍNDICE

<b>ANTES DE COMEÇAR .....</b>	<b>4</b>	<b>II. BASES DO SEMICONDUTOR E CIRCUITOS COMPONENTES</b>	
<b>INSTALANDO AS BATERIAS .....</b>	<b>5</b>	Uma Grande Mudança .....	28
<b>EFEITUANDO AS CONEXÕES .....</b>	<b>5</b>	15. Descarga de Capacitor / Gerador de Alta Tensão .....	29
<b>COMPONENTES .....</b>	<b>6</b>	16. Capacitores em Série e em Paralelo .....	30
<b>CONSTRUINDO SEU PRIMEIRO PROJETO .....</b>	<b>10</b>	17. Resistores em Série e em Paralelo .....	31
<b>SOLUCIONANDO PROBLEMAS .....</b>	<b>11</b>	18. Controlador Luminoso .....	32
<b>SUGESTÕES .....</b>	<b>11</b>	19. Transistor Comutador .....	33
<b>I. CIRCUITOS DE ENTRETENIMENTO</b>		20. Ação do Circuito a Transistor .....	34
1. Pica-Pau Eletrônico.....	13	21. Amplificador de Som .....	35
2. O Pássaro Cantor .....	14	22. Flip-Flop Multivibrador com Display LED .....	36
3. Gato Eletrônico .....	15		
4. Atrair Peixes com Som .....	16	<b>III. CIRCUITOS COM DISPLAY DIGITAL LED</b>	
5. Oscilador de Pulso de Arma de Fogo .....	17	23. Circuito com Display Digital LED de Sete Segmentos .....	38
6. Motocicleta Eletrônica .....	18	24. Bases do Display LED .....	39
7. Sirene de Carro de Polícia de Duas Tonalidades .....	19	25. Transistor Controlando a Comutação de Display LED .....	40
8. Sirene Eletrônica .....	20	26. Transistor, Célula Cds e Circuito Display LED .....	41
9. Metrônomo Eletrônico .....	21		
10. Relógio Eletrônico do Vovô .....	22	<b>IV. UMA VIAGEM ATRAVÉS DOS CIRCUITOS DIGITAIS</b>	
11. Harpa Eletrônica Controlada por Luz .....	23	27. Lógica Diodo-Transistor AND com Display LED .....	43
12. Efeitos Sonoros de Filmes de Terror .....	24	28. Lógica Diodo-Transistor OR com Display LED .....	44
13. Luz Estroboscópica .....	25	29. Lógica Diodo-Transistor NAND com Display LED .....	45
14. Comutação Rápida do Display LED (Teste de Persistência de Visão) .....	26	30. Lógica Diodo-Transistor OR Exclusivo com Display LED .....	46
		31. Circuito NOR a Transistor com Display LED .....	47
		32. Circuito Flip-Flop a Transistor .....	48
		33. Flip-Flop com Controle de Comutação a Transistor .....	49
		<b>V. MAIS AVENTURAS COM CIRCUITOS DIGITAIS</b>	
		34. Porta Buffer a Lógica Transistor-Transistor .....	51
		35. Porta Inversora TTL .....	52
		36. Porta AND TTL .....	53

37. Porta OR TTL .....	54
38. Porta OR Exclusivo TTL .....	55
39. Porta NOR TTL .....	56
40. Porta AND de Três Entradas TTL .....	57
41. Circuito Habilitador AND TTL .....	58
42. Circuito Habilitador OR TTL .....	59
43. Circuito Habilitador NAND TTL .....	60
44. Flip-Flop R-S TTL .....	61
45. Circuito "Flip-Flop de Toque" Construído com Portas NAND .....	62
46. Selecionar de Linha TTL .....	63
47. Seletor de Dados TTL .....	64

## **VI. O MUNDO DA LÓGICA TRANSISTOR-TRANSISTOR**

48. Multivibrador Astável TTL .....	66
49. Gerador de Tom TTL .....	67
50. LEDs Cintilantes .....	68
51. Um TTL de Gatilho Único .....	69
52. Temporizador de Transistor com TTL .....	70
53. LED Buzina .....	71
54. LED com Som de Buzina .....	72
55. Setar/Resetar Buzina 1 .....	73
56. Setar/Resetar Buzina 2 .....	74
57. Aparelho de Som .....	75
58. Grito Forte .....	76
59. Tiro no Escuro .....	77

## **VII. CIRCUITOS APLICATIVOS BASEADOS EM OSCILADOR**

60. Oscilador Variável R-C .....	79
61. Oscilador com Desabilitador Atrasado .....	80
62. Oscilador de Áudio Sensível a Temperatura .....	81
63. Oscilador com Dois Transistores Conectados Diretamente .....	82
64. Oscilador de Onda Quadrada PUSH/PULL .....	83
65. Órgão Acionado por Teclado Desenhado .....	84
66. Luz Estroboscópica de LED .....	85

67. Órgão Eletrônico .....	86
68. Pássaro Despertador .....	87
69. Gerador de Alarme Intermitente .....	88

## **VIII. CIRCUITOS AMPLIFICADORES OPERACIONAIS BÁSICOS**

70. Comparador .....	90
71. Aumento Gradativo em Tensão DC .....	91
72. Fonte de Corrente Constante .....	92
73. Circuito Integrador .....	93
74. Circuito Schmitt Trigger .....	94
75. Amplificador Não Inversor com Duas Fontes de Alimentação .....	95
76. Amplificador Inversor com Duas Fontes de Alimentação .....	96
77. Amplificador Não Inversor com Fonte de Alimentação Única .....	97
78. Amplificador Diferencial com Duas Fontes de Alimentação .....	98
79. Amplificador Misturador de Tom .....	99
80. Amplificador de Potência Usando Amplificador Operacional .....	100
81. Circuito Oscilador Controlado por Tensão .....	101
82. Buzina com Amplificador Operacional .....	102
83. Alarme contra Ladão .....	103
84. Oscilador de Varredura Operado Manualmente .....	104
85. Som de Bomba Caindo .....	105
86. Sirene de Emergência .....	106
87. Sirene de Primeiros Socorros .....	107
88. Gerador de Ritmo Musical .....	108
89. Piscar de LED com Amplificador Operacional .....	109
90. Brilho Instantâneo de LED .....	110
91. Piscar de Dois LEDs .....	111
92. Luz de Acendimento Único .....	112
93. LED Inicial .....	113
94. Despertador .....	114
95. LED Ativado pela Voz .....	115
96. Testador Lógico .....	116



## IX. MAIS AVENTURAS COM O AMPLIFICADOR OPERACIONAL

97. Som de Corrente Alternada .....	118
98. Circuito de Som Controlado por Luz .....	119
99. Circuito de Alarme Sonoro .....	120
100. Temporizador .....	121
101. Temporizador de Cozinha .....	122
102. Porta AND de Três Entradas Usando Amplificador Operacional .....	123
103. Medidor de Nível de Voz .....	124
104. Circuito Reiniciador ao Ligar .....	125
105. Temporizador Atrasado .....	126
106. Duplicador de Frequência de Pulso .....	127
107. Gerador de Ruído Branco .....	128
108. Conversor DC-DC com Amplificador Operacional .....	129

## X. CIRCUITOS DE COMUNICAÇÃO

109. Oscilador para Prática de Codificação com Controle de Tom .....	131
110. Rádio à Cristal (Rádio com Único Diodo) .....	132
111. Rádio de Dois Transistores .....	133
112. Transmissor de Código sem Fio .....	134
113. Estação de Rádio AM .....	135
114. Rádio à Amplificador Operacional .....	136

## XI. CIRCUITOS DE TESTES E MEDIDAS

115. Testador de Continuidade .....	138
116. Testador de Condutividade .....	139
117. Testador de Transistor .....	140
118. Oscilador de Áudio de Onda Senoidal .....	141
119. Oscilador de Onda Senoidal de Baixa Distorção .....	142
120. Oscilador de Áudio Tipo T-duplo .....	143
121. Oscilador de Pulso Gerador de Tom .....	144
122. Traçador de Sinal de Áudio .....	145
123. Traçador de Sinal de Frequência de Rádio .....	146
124. Oscilador de Áudio de Onda Quadrada .....	147
125. Oscilador de Onda Dente de Serra .....	148

126. Detector de Chuva .....	149
127. Alarme de Nível de Água com Amplificador Operacional .....	150
128. Detector de Metal .....	151
129. Alarme de Nível de Água .....	152
130. Indicador de Nível de Água de Três Passos .....	153
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>154</b>

<b>LISTA DE COMPONENTES .....</b>	<b>156</b>
-----------------------------------	------------

## ANTES DE COMEÇAR

Este Laboratório Eletrônico **130 em Um** deve ser sua primeira experiência com o campo muito excitante da eletricidade e eletrônica. Nós esperamos que esta não seja a última. Como você sabe, a eletrônica é parte importante no mundo de hoje. Oferece muitas chances para criar experiências e até mesmo uma carreira na área.

Este manual descreve 130 diferentes experiências que você pode executar com o seu kit. Nós incluímos tudo o que você precisará para todas as experiências.

Assim que você ler este manual e completar as experiências, você notará que nós organizamos os projetos e as informações em uma sequência lógica. Começando com circuitos simples e passando para os mais complexos. Organize seu tempo e divirta-se.

Caso não siga a sequência dos projetos, você poderá encontrar dificuldades porque os conhecimentos adquiridos nas experiências preliminares serão necessários para o entendimento dos seguintes.

Prosseguindo-se assim, nós não somente ajudaremos você a entender como os projetos funcionam mas também vamos fornecer algumas idéias para experiências adicionais e divertidas.

Mesmo que você nunca tenha construído um circuito eletrônico (um dispositivo que direciona uma corrente elétrica através de canais específicos), você pode construir todos estes projetos com facilidade. A montagem é fácil devido a forma de construção do seu kit. Cada um dos diferentes componentes (componentes eletrônicos comuns) em seu kit são montados e claramente marcados no painel frontal.

Você pode montar todos os projetos sem necessidade de soldar porque cada componente é conectado à um terminal mola. A sequência de conexão é inclusa a cada projeto, assim tudo o que você precisa fazer é conectar os cabos entre os terminais listados na sequência de conexões. Nós fornecemos vários cabos pré-cortados e isolados. Todos os projetos são alimentados por baterias de baixa tensão, assim não existe perigos relacionados a tensão AC (corrente alternada).

Instruções simples e claras ajudam você a operar e estudar cada um dos projetos. Um diagrama chamado diagrama esquemático é incluso em projetos posteriores. Um diagrama esquemático contém os vários componentes e as interligações entre cada um. Cada componente tem seu próprio símbolo. Os símbolos dos vários componentes do kit estão impressos próximos a cada componente no painel frontal.

Assim que você evolui nas experiências, você irá notar uma grande quantidade de similaridade entre os circuitos. Isto é natural porque circuito complexos são compostos de combinações de circuitos simples. Próximo ao final do manual, providenciamos um índice das experiências - muitas das experiências são listadas em mais de uma categoria para facilitar a procura do que você está procurando.

Você notará que muitas vezes nos referimos ao multímetro para efetuar as medidas. Um multímetro é um dispositivo que mede tensão, corrente (ampères ou amps), e resistência (ohms). Nós comentaremos mais sobre isto nas próximas páginas. Caso queira entender os circuitos eletrônicos, é importante que você aprenda como medir os valores do circuito - somente assim você realmente poderá começar a entender os circuitos eletrônicos.

"Quando você pode medir o que está falando, e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre ele; mas quando você não pode medi-lo, quando você não pode expressá-lo em números, seu conhecimento é do tipo insatisfatório ou pobre: pode ser o começo do conhecimento, mas você está confuso, em seus próprios pensamentos, avançados para o estado da ciência".

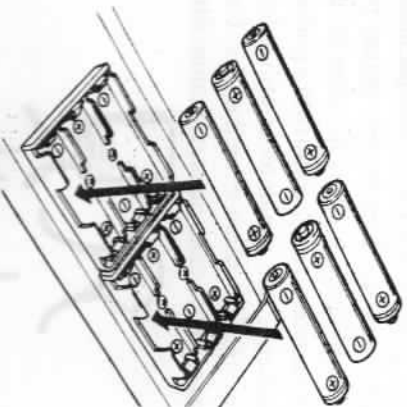
LORD KELVIN, 1883

Então, recomendamos que você faça um outro investimento, em um multímetro com sensibilidade de 20,000 ohms-por-volt ou mais. Ohms-por-volt é uma unidade de medida para a sensibilidade do dispositivo (quanto maior, mais sensível é o medidor).

Você não precisa utilizar o multímetro para montar as experiências, mas você notará que ele ajudará num melhor entendimento de como o circuito trabalha. O multímetro é um instrumento de teste básico e é um excelente investimento - você sempre necessitará de um multímetro caso esteja envolvido em eletricidade ou eletrônica. Caso não saiba como utilizar um multímetro, recomendamos que leia alguns livros sobre o assunto.

## INSTALANDO AS BATERIAS

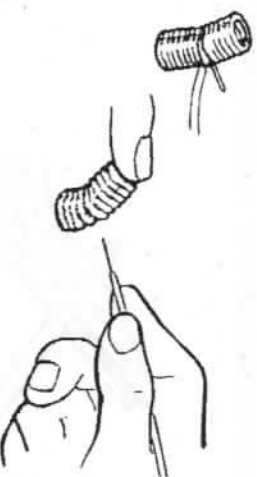
Seu kit requer seis baterias tipo AA. Nós recomendamos utilizar baterias alcalinas devido ao tempo de vida longo. Instale as baterias no compartimento inferior / de baixo do seu kit. Assegure-se de instalá-las corretamente de acordo com as polaridades (+) e (-) marcadas dentro do compartimento. O terminal (+) da bateria é aquela com um pedaço de metal sobressaído.



**Nota:** Enquanto não estiver usando seu kit, remova as baterias. Nunca deixe baterias fracas ou descarregadas dentro do kit - pois pode vaziar e danificar quimicamente os componentes, mesmo que as baterias sejam seladas. Este é um bom hábito a ser seguido com relação a todos os equipamentos alimentados por baterias.

## EFEITUANDO AS CONEXÕES

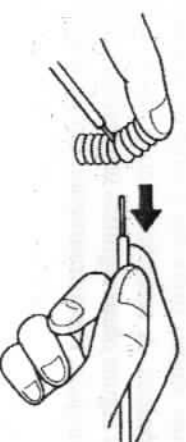
Os terminais em forma de mola e os cabos pré-cortados fornecidos com o kit proporcionam um modo rápido de montar os vários projetos. Para conectar o cabo ao terminal mola, simplesmente dobre a mola para um dos lados e insira o cabo na abertura do outro lado.



Algumas vezes você precisará conectar dois ou três cabos em um mesmo terminal mola, assim não deixe que o primeiro cabo solte-se quando os próximos cabos são conectados. O modo mais fácil é dobrar a mola para o lado em que o cabo já esteja conectado.



Assegure-se de somente inserir a parte exposta (descascada) do cabo dentro da mola. Caso a parte plástica seja inserida dentro da mola, o contato elétrico não será efetuado. Para remover os cabos da mola, simplesmente dobre a mola e puxe o cabo.



Após algum tempo de uso, a parte exposta de alguns cabos pode quebrar-se. Caso isto aconteça, retire aproximadamente 1 cm da isolamento e enrole os fios para ficarem juntos. Você pode remover a isolamento com um alicate descascador de fio ou uma pequena faca.



## COMPONENTES

A maioria dos componentes do kit estão montados no painel frontal graficamente ilustrado; o símbolo apropriado está impresso próximo a cada componente. O restante dos componentes estão dispostos dentro de um plástico.

O kit tem mais de 30 componentes separados. Caso seja sua primeira experiência com eletrônica, você provavelmente não sabe a diferença entre um resistor e um transistor. Neste caso, não se preocupe - uma descrição geral de cada componente será dada mais adiante. A explicação ajudará você a entender o que o componente faz, e você entenderá mais sobre cada componente a partir do momento que você utilizá-los nos projetos.

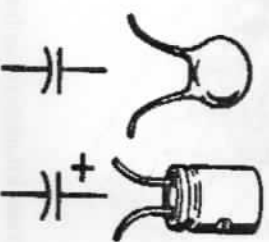
Há uma lista de componentes no final deste manual. Você deve comparar os componentes do kit com aqueles listados.

**Resistores:** Há 23 resistores em seu kit. (Oito destes 23 resistores estão permanentemente conectados aos LEDs). Resistores resistem a passagem de eletricidade. Eles são muito úteis em fornecer tensões definidas para outros componentes eletrônicos. A resistência do resistor é medida em ohms. Uma resistência de apenas alguns ohms significa um resistor que oferece pouca resistência a passagem de eletricidade. Frequentemente, circuitos eletrônicos utilizam resistên-

cias muito altas. Os valores destes resistores são usualmente abreviados utilizando a letra "k" para simbolizar 1000 ohms e a letra "M" (ou mega) para simbolizar 1000000ohms. Um resistor de 470k tem, portanto, uma resistência de 470000ohms.



**Capacitores:** O kit tem 12 capacitores fixos. Os capacitores são de grande utilidade em circuitos eletrônicos também. Eles podem deixar passar sinais de corrente alternada (AC) enquanto bloqueiam sinais de corrente direta (DC). Eles podem também armazenar eletricidade ou atuar como filtros para sinais com muitos pulsos. Capacitores muito pequenos são usualmente utilizados em aplicações de alta frequência como rádios, transmissores, e osciladores. Capacitores muito grandes normalmente armazenam eletricidade ou atuam como filtros.



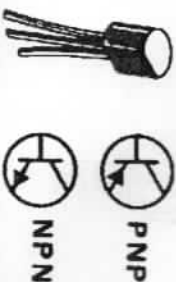
A capacitância (capacidade de armazenar eletricidade) do capacitor é expressa em uma unidade chamada farad. Um farad é uma quantidade extremamente grande de eletricidade, assim os valores da maioria dos capacitores são expressas em milifarad (ou ainda em micro-farad).

Uma importante nota neste momento; os quatro capacitores maiores são de tipos especiais. Você deve conectá-los somente quando tiver certeza da polaridade dos terminais (+) e (-). Nós o lembraremos na hora correta. Você pode conectar os outros capacitores de qualquer modo (não tem polaridade).

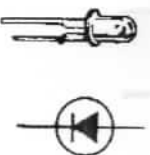
**Diodos:** Há três diodos neste kit. Os diodos são de muita utilidade na eletrônica, mas possuem uma característica muito simples- permitem que a eletricidade flua através deles em apenas uma direção. Os diodos são utilizados em vários tipos de circuitos - rádios, comutação, e outras aplicações. Seu kit tem um diodo de silício (marcado Si) e dois diodos de germânio (marcados Ge); cada um tem sua própria função descrita mais tarde.



**Transistores:** Seu kit tem três transistores. O transistor é constituído de germânio ou silício. Cada transistor tem três pontos de conexão: B (base), C (coletor) e E (emissor). Os transistores são utilizados para amplificar sinais fracos. Eles também são utilizados como chaves para conectar e desconectar outros componentes e como osciladores para permitir que os sinais fluam em pulsos.

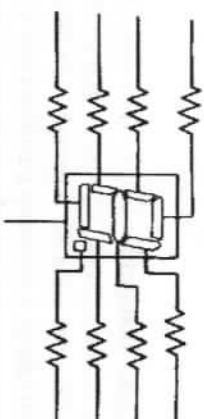
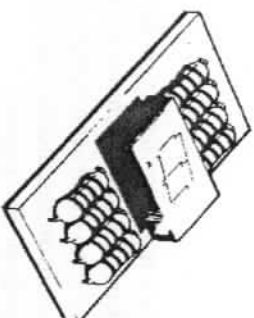


**LEDs (Diodos Emissores de Luz):** LED significa diodo emissor de luz (Light Emitting Diode). Sim, estes pequenos componentes são diodos especiais que emitem luz quando eletricidade flui através deles. (A corrente pode passar somente em uma direção - assim como nos diodos comuns.) Vamos utilizá-los como indicadores do circuito em muitos circuitos diferentes.

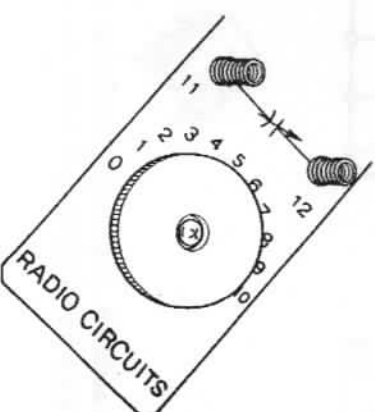


**Display Digital LED:** Este provavelmente é o mais interessante componente deste kit. Para construir o display, sete LEDs são ordenados de forma que possam representar todos os números e a maioria das letras do alfabeto. Um oitavo LED é adicionado para o ponto decimal.

O display LED é montado em uma pequena placa com resistores permanentemente conectados. (Os resistores tem a função de prevenir que o display seja queimado pelo excesso de corrente.) Você terá muitas oportunidades para trabalhar com este componente.

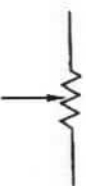
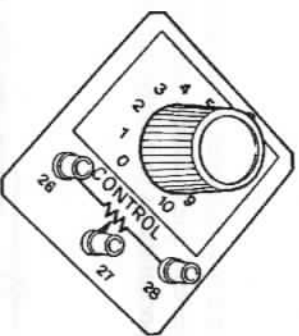


**Capacitor Sintonizador:** O capacitor sintonizador é usado em conjunto com a antena para selecionar frequências de rádio. Quando o Knob (botão) é girado, a capacitância é alterada. Isto altera a frequência de trabalho. O capacitor sintonizador seleciona apenas uma frequência e bloqueia as demais.

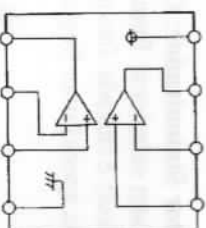
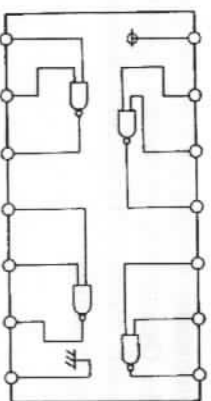




**Controle (potenciômetro):** Muitos circuitos eletrônicos requerem um resistor variável, e esta é exatamente a função do potenciômetro. Você pode utilizá-lo como dosador de luz, controle de volume, e em muitos outros circuitos onde você necessite mudar a resistência de maneira rápida e fácil.



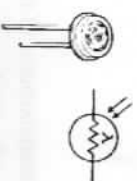
**Circuito Integrado:** Como você deve saber, após o transistor ser inventado em meados dos anos 40, a próxima grande marca na eletrônica foi o circuito integrado no início dos anos 60. A grande vantagem dos CIs (como é mais conhecido) é que o equivalente a centenas ou até mesmo milhares de transistores, diodos, e resistores podem ser colocados dentro de um pequeno encapsulamento (pacote).



Existem dois tipos de CIs usados neste kit - a porta NAND de duas entradas e o amplificador operacional duplo. Você irá aprender mais sobre este componente mais tarde.

Alguns computadores utilizam CIs com capacidade equivalente a muitos milhares de vezes comparados aos usados neste kit. Mas os nossos simples CIs ajudarão você a aprender o suficiente para começar a entender os princípios básicos de CIs mais avançados.

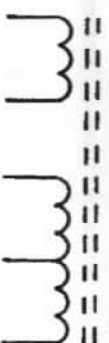
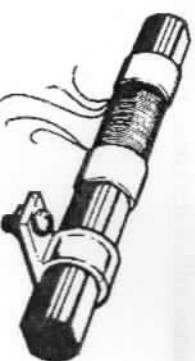
**Célula de Sulfureto de Cádmio (CdS):** Este é um dispositivo especial que você pode utilizar como um controle automático. Ele é um semicondutor - isto é, ele conduz eletricidade mas com uma resistência parcial. A resistência deste dispositivo muda com o aumento de luz incidente sobre ele. (Ele é similar ao potenciômetro do seu kit - para variar a resistência do potenciômetro, você gira o knob; para variar a resistência da célula CdS, você deve permitir que mais ou menos luz incida sobre a célula.)



**Nota:** Nós providenciamos uma maneira especial para usar a célula CdS. Quando você coloca uma capa sobre a célula, bloqueia-se a passagem de luz. Você utilizará isto em muitos projetos.



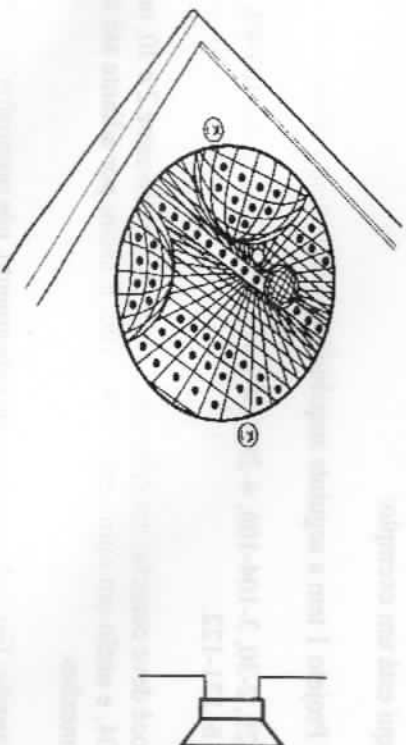
**Antena:** A antena de rádio é um componente cilíndrico com uma bobina de cabo fino enrolado sobre o cilindro. A haste central é normalmente composta de ferro imantado. Núcleos de ferrite (hastes feitas de ferro imantado e outros óxidos) proporcionam antenas eficientes para quase todos os rádios de transistores.



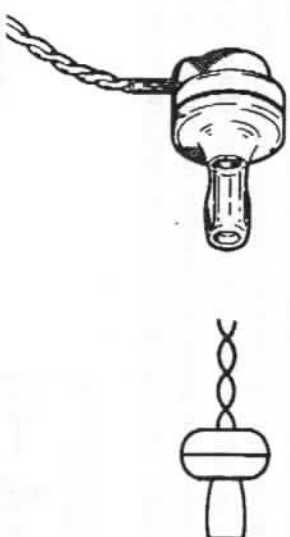
**Transformador:** Um transformador tem uma importante função - ajudar circuitos eletrônicos a interconectar-se com outros. Ajuda a "casar" circuitos. Um transformador transfere energia elétrica que está fluindo em uma parte do circuito para uma outra parte. Iremos discutir mais sobre transformadores quando formos utilizá-los nos projetos.



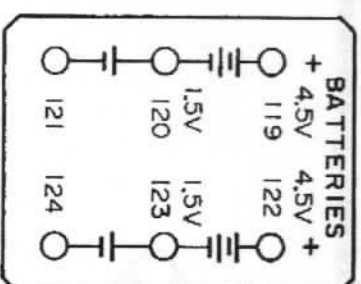
**Alto-Falante:** Para circuitos de rádio e circuitos de efeitos sonoros especiais, você irá conectar o alto-falante (ou o fone de ouvido) ao circuito para ouvir os sons e/ou sinais.



Há um fone de ouvido no plástico - ele é similar ao alto-falante, exceto que é mais sensível (e móvel). É um eficiente e leve fone de ouvido que pode ser conectado ao circuito, sem necessidade de muita energia elétrica para ativá-lo. Para sons muito fracos, o fone de ouvido é melhor; para sons fortes, usaremos o alto-falante.



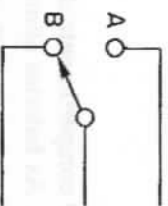
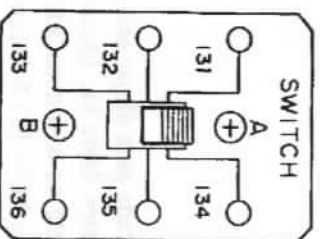
**Baterias:** O compartimento das baterias foi projetada para alojar seis (6) baterias do tipo AA. As baterias alimentam todos os projetos deste kit. Quando conectar cabos às baterias, assegure-se de conectar somente os terminais adequados. Os terminais 119 e 120 fornecem 3 volts. Os terminais 119 e 121 fornecem 4.5 volts. Você precisa ter consciência de que conectando-se tensão muito alta (você pode obter até 9 volts destas baterias), pode-se danificar alguns componentes. (Eles podem ser queimados.) Assim, assegure-se de efetuar as conexões corretas.



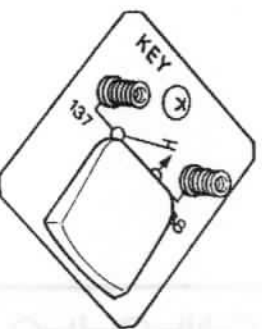
**Cautela:** Quando conectar cabos às baterias, você deve estar seguro de utilizar as polaridades corretas: os lados (+) e (-) da bateria. Pois alguns componentes e circuitos podem ser permanentemente danificados caso você inverta a polaridade.



**Chave:** Você sabe o que é uma chave - você utiliza-o para conectar e desconectar circuitos eletrônicos. Quando você deslocar a chave para a posição correta o circuito é fechado, permitindo que a eletricidade flua através dele. Na outra posição a chave causa uma quebra no caminho do circuito, assim o circuito é aberto e a eletricidade não pode fluir através dele. A chave utilizada é uma chave de duplo polo dupla passagem; isto significa que podemos conectar um par de terminais para outros dois pares de terminais. Você irá aprender como funciona mais adiante.

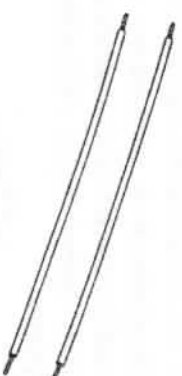
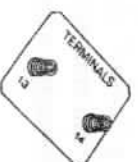


**Tecla:** A tecla é uma chave muito simples - pressione-a e o circuito permite a passagem de eletricidade através dele. Solte-a e existe uma quebra no caminho do circuito, assim o circuito não é fechado. Você irá utilizar a tecla em muitos circuitos, mais frequentemente para codificar sinais (para enviar código Morse por exemplo).



**Terminais:** Você utilizará dois terminais (13 e 14) em alguns projetos to efetuar conexões com dispositivos externos, assim como o fone de ouvido, antena ou conexão de terra, circuitos especiais de sensores.

**Cabos:** Você utilizará os cabos para efetuar as conexões entre os terminais molas.



Os componentes e os terminais molas são montados sobre o painel frontal. Caso você observe a parte inferior do painel você poderá ver como os cabos são usados para conectar os componentes aos seus terminais.

## CONSTRUINDO SEU PRIMEIRO PROJETO

Há uma simples sequência de cabeamento listada para cada projeto. Você deve conectar cabos de comprimento apropriado entre os terminais listados em cada agrupamento. Sempre utilize o cabo mais curto e suficiente para cada trabalho. Quando você passar para um novo grupo (separado por vírgula), conecte os terminais daquele grupo.

Aqui está um exemplo:

O Projeto 1 tem a seguinte sequência de cabeamento listada:

1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124,5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.

Você deve conectar um cabo entre 1 e 29, um outro entre 2 e 30, um outro entre 3 e 104, e então um outro entre 104 e 106. E assim por adiante até terminar todas as conexões.

**Cautela:** Em cada sequência de cabeamento, nós propositalmente deixamos uma importante ligação da alimentação para ser conectada por último. É importante que você faça esta conexão realmente por último. Em alguns circuitos, se você terminar uma parte do circuito antes de outra, um transistor ou um outro componente pode ser danificado. Ou seja, siga a sequência corretamente.

## SOLUCIONANDO PROBLEMAS

Se você montar cada projeto de acordo com a sequência descrita, você não deve ter problemas e o circuito deve funcionar apropriadamente. Mas caso algo de errado aconteça, você pode normalmente encontrar e corrigir o defeito utilizando-se da seguinte sequência de passos. Estes passos são similares aos utilizados pelos técnicos eletrônicos que trabalham com equipamentos eletrônicos complexos.

1. As baterias são novas? Caso não sejam, elas devem estar fracas para alimentar o projeto.
2. Você montou o projeto corretamente? Mesmo que tudo pareça em ordem, verifique todas as conexões para ter certeza que todos os terminais estão corretamente conectados. É aconselhável que uma outra pessoa verifique a montagem. Um segundo par de olhos normalmente consegue descobrir novos problemas.
3. Como apurar um diagrama esquemático e descobrir o funcionamento do circuito? Assim que você progredir nos conhecimentos em eletrônica, você deve tornar-se capaz de solucionar alguns problemas apenas analisando o esquema.
4. Tente medir algumas tensões e correntes - e muito rapidamente você encontrará a grande utilidade do multímetro para um técnico eletrônico!

## SUGESTÕES

### Tenha um Caderno de Anotações

Você encontrará muitas novidades sobre eletrônica nos primeiros projetos. Muitas destas descobertas serão úteis em projetos seguintes. Então é importante possuir um caderno para anotar e organizar tais informações.

Este caderno não precisa ser como os utilizados na escola. Pense nela como um diário - ela será muito útil e servirá como uma recordação após o término das 130 experiências.

### Marcando a Sequência de Cabeamento

Durante a montagem dos projetos (especialmente os com grande quantidade de conexões) será de grande utilidade marcar as conexões já executadas. Faça as marcas com lápis sem pressioná-lo muito, para que você possa apagar depois, para poder refazer o projeto quantas vezes quiser.

### Colecionando Componentes

É uma grande idéia guardar diferentes componentes eletrônicos e ter sua própria caixa de componentes. Você pode utilizá-los em novos projetos.

### Um Pensamento Final

Não deixe de tentar fazer experiências (modificações) com os projetos deste manual, mude e faça novas conexões. Nós preparamos 130 projetos, você pode criar muito mais circuitos com um pouco de imaginação. Não esqueça de anotar estas mudanças no caderno de anotações.

Nós esperamos que este kit comece a despertar uma nova habilidade em você. A eletrônica é um campo muito importante no mundo de hoje e, cada vez mais importante. Esperamos que a eletrônica seja um futuro passatempo - ou até mesmo uma carreira na sua vida.

Já falamos o suficiente - vamos iniciar a exploração juntos!

## I. CIRCUITOS DE ENTRETENIMIENTO

## 1. PICA-PAU ELETRÔNICO

Você já ouviu um pica-pau de cabeça vermelha? Aqui está um pássaro eletrônico que emite um som parecido com o do pica-pau de cabeça vermelha. Se você tem um destes pássaros perto de sua casa, provavelmente ele virá visitar este parente eletrônico!

Este é um circuito muito simples. Siga a sequência de cabeamento abaixo. Faça todas as conexões e divirta-se com este projeto.

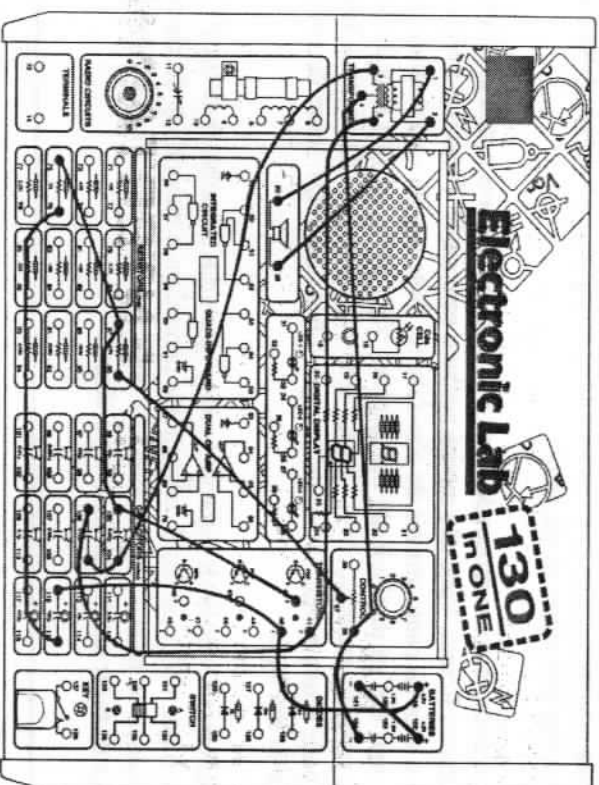
O circuito básico mostrado aqui não possui chave ou tecla, mas você pode adicionar um facilmente. Simplesmente troque as conexões 124-28 com as conexões 124-137 e 138-28 de maneira a conectar a tecla. Para usar a chave, troque as conexões 124-28 com as conexões 124-131 e 132-28. Quando você pressionar a tecla ou mudar a chave de posição, o circuito é fechado e a corrente elétrica pode circular e você poderá ouvir o som do pássaro. A tecla proporciona uma maneira mais conveniente de controle do pássaro quando for tentar atrair outros pássaros fora da sua residência.

Tente diferentes combinações de resistência e capacitância nos lugares do resistor de 1k e do capacitor de 100µF. Para trocar a capacitância de 100µF por um de 470µF, desconecte o cabo do terminal 116 e reconecte-o ao terminal 118. Então, transfira o cabo conectado ao terminal 115 para o terminal 117. Agora seu "pássaro" deve emitir um som mais parecido com um grilo ou um urso!

Você pode também tentar alimentar o circuito com 3V (V é a abreviação de volt ou volts - a unidade básica de medida de energia elétrica). Desconecte o cabo do terminal 119 e conecte-o ao terminal 123. Agora o "pássaro" deve cantar como um pardal inglês.

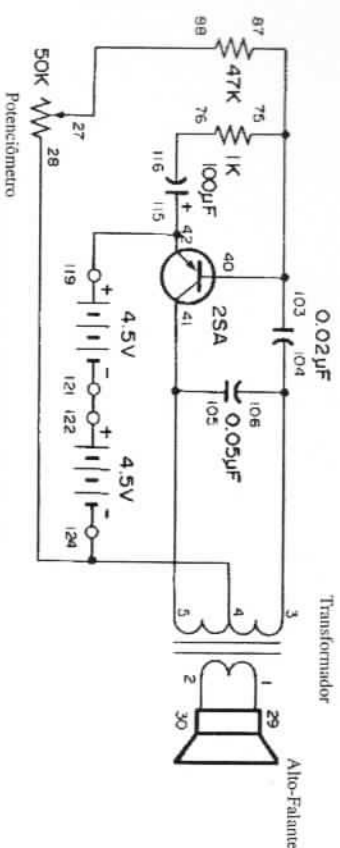
Quando trabalhar com este circuito, você pode trocar quase todos os componentes sem provocar nenhum dano. Entretanto, não diminua a resistência de 47k para menos que 10k ou o transistor pode ser queimado.

Nós sugerimos que você mantenha anotadas as suas descobertas - engenheiros sempre tentam manter anotações detalhadas de suas idéias sobre o circuito.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124, 5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.



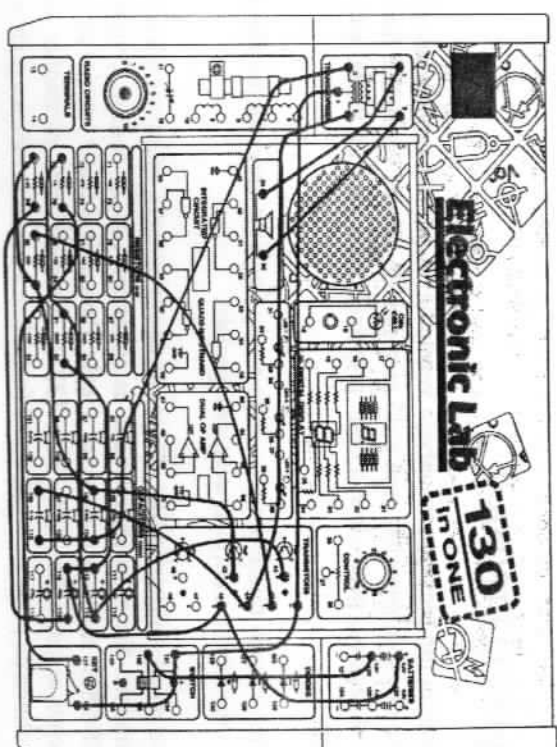
## 2. O PÁSSARO CANTOR

Aqui está um circuito que imita os seus amigos de pena - você pode dizer que é um imitador dos imitadores de pássaro!

Monte o circuito como mostrado abaixo e posicione a chave para a posição A para alimentar o circuito. Você não ouvirá nenhum som ainda. Pressione a tecla e você ouvirá o som do canto através do alto-falante. Solte a tecla - você ainda ouvirá o canto, mas ele irá diminuir até desaparecer. Você pode ver que quando a tecla é solta a primeiro transistor "Q1" é desconectado da bateria. O segundo transistor "Q2" pode ainda produzir o som, até que o transistor "Q1" pare de controlá-lo através da sua base.

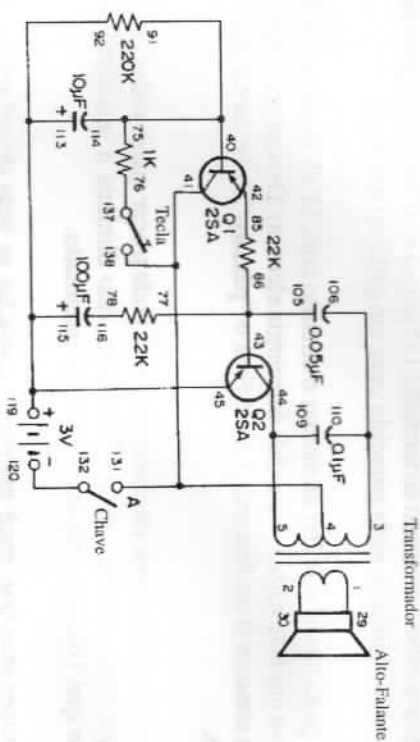
Tente diferentes valores de capacitores nos lugares dos capacitores de 10 $\mu$ F e 100 $\mu$ F e ouça o que acontece. Esses capacitores controlam a quantidade de eletricidade que alcança os transistores através das conexões por meio das suas bases. Não esqueça de fazer anotações desta experiência.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-106-110, 4-41-131-138, 5-44-109, 40-114-91-75, 42-85, 43-105-86-77, 119-45-115-113-92, 76-137, 78-116, 120-132.



### 3. GATO ELETRÔNICO

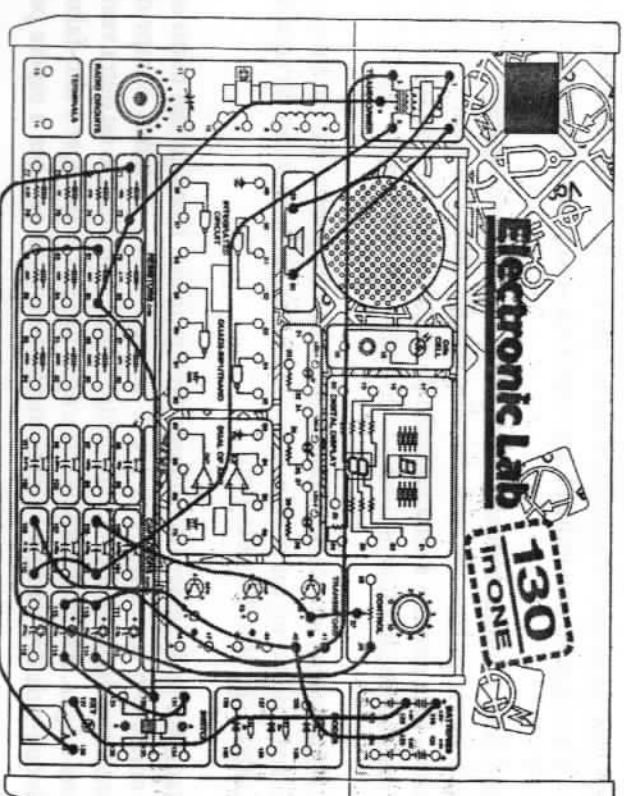
Você é incomodado por ratos? E não tem uma ratoeira? Tente esta solução - veja se o som de um felino eletrônico consegue manter estas pestes longe de você.

Siga a sequência de cabeamento e os esquemas, e comece a experiência com a chave posicionada em B. Pressione e solte a tecla imediatamente. Você ouvirá um "miau" de um gato através do alto-falante. Ajuste o knob de controle (potenciômetro) enquanto o som estiver sumindo - qual o efeito que isto provoca na operação do circuito? Posicione a chave para A e tente novamente. Agora o som é mais baixo e mais prolongado como se o gato pedisse uma tigela de leite.

#### NOTAS

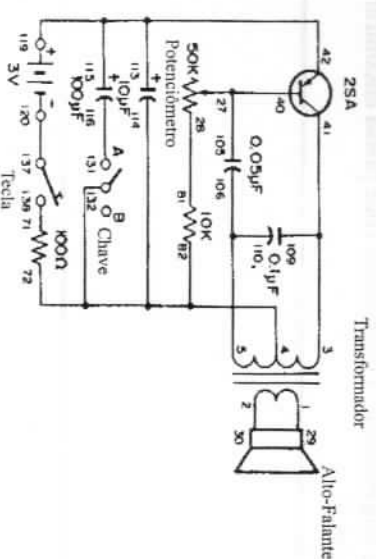
Você pode manusear este circuito para produzir muitos outros sons. Mas não mude o valor do capacitor de  $0,05\mu\text{F}$  para um valor maior que  $10\mu\text{F}$  ou reduza o valor do resistor de  $10\text{k}\Omega$  - ou de outra maneira, o transistor pode ser danificado.

Divirta-se com este projeto - e nós esperamos que não seja nunca mais importunado por ratos!



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-41-109, 4-72-82-132-114, 5-106-110, 27-40-105, 115-113-42-119, 71-138, 81-28, 116-131, 120-137.





#### 4. ATRAIR PEIXES COM SOM

Você sabia que alguns animais marinhos comunicam-se com outros através do som? Você provavelmente ouviu que baleias e golfinhos comunicam-se através de sinais sonoros, mas não são só eles. Pesquisas indicam que alguns peixes são atraídos por certos sons. Este circuito possibilitará que você faça suas próprias pesquisas.

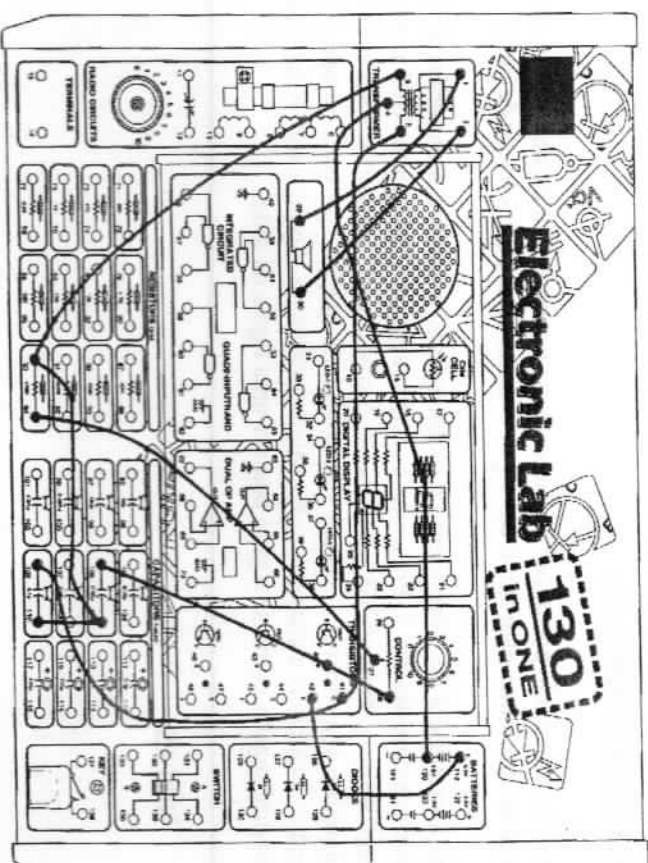
Quando você fizer a última conexão, você estará na realidade ligando o circuito. Você deverá ouvir pulsos de som do alto-falante. Mude o som através do potenciômetro. Este circuito é uma variação do circuito oscilador de áudio. (Você aprenderá mais sobre circuitos osciladores de áudio mais tarde neste manual.)

Como está o funcionamento deste circuito? Está atraindo peixes? Se você tiver um aquário em sua casa ou na sua escola, coloque seu kit perto do vidro do aquário e veja se os peixes são atraídos pelo som.

Ou, você também pode tentar isto durante uma pescaria. Consiga um outro alto-falante e conecte-o aos terminais 1 e 2 usando cabos isolados compridos. Cuidadosamente coloque o alto-falante dentro de um saco plástico ou outra vasilha impermeável a água. Esteja seguro de que a água não possa alcançar o alto-falante. Agora, coloque-o dentro da água. Então, mergulhe a linha na água e espere pelos resultados.

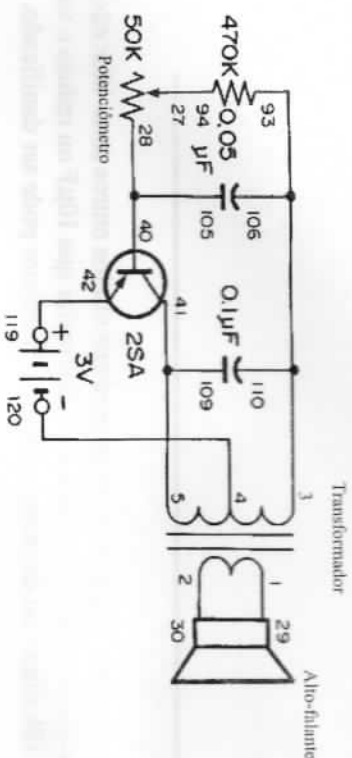
Se você não tiver muita sorte com este projeto, tente mudar um pouco os valores dos componentes para conseguir diferentes pulsos de som. Tente valores diferentes para o capacitor de 0,1µF ou de 0,05µF. Não esqueça de fazer as anotações dos resultados - e boa pescaria. Quem sabe, você possa encontrar um tipo de sinal que atraia uma baleia!

#### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-93-106-110, 4-120, 5-41-109, 27-94, 28-40-105, 42-119.





## 5. OSCILADOR DE PULSO DE ARMA DE FOGO

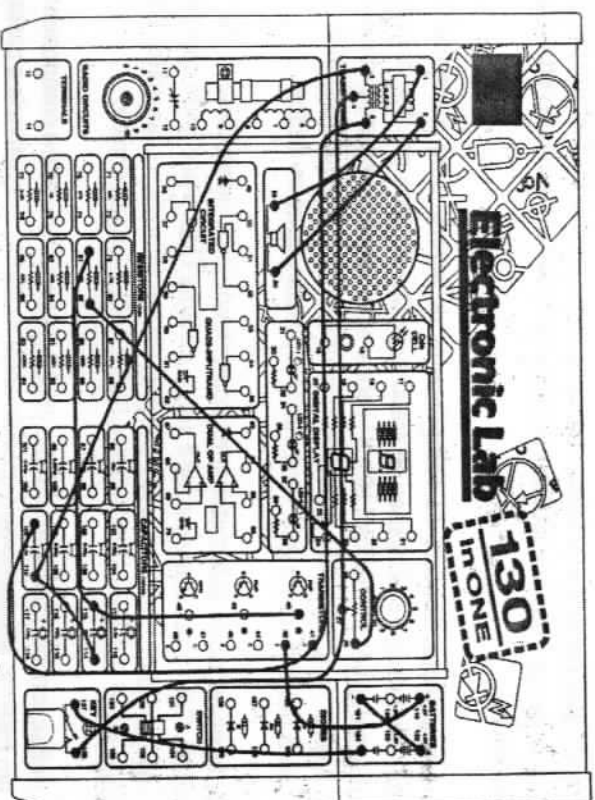
Neste projeto vamos construir um circuito que os engenheiros chamam de "oscilador de pulso". Ele produz o som de uma arma de fogo. (Os engenheiros têm todos os tipos de palavras técnicas para descreverem seus circuitos e as suas idéias - você deve começar a usar estas palavras também e logo estará falando como um engenheiro eletrônico.)

Existem muitas maneiras de se construir um oscilador. Você irá construir vários deles neste kit. Mais tarde, você poderá dizer como eles trabalham. Para o momento vamos apenas dizer a você o que é um oscilador.

Um oscilador é um circuito que se liga e desliga por si próprio (ou comuta entre saída alta e baixa). Um oscilador de pulso é controlado por pulsos, tais como aqueles construídos pela carga e descarga de um capacitor. Este oscilador liga e desliga vagarosamente, mas alguns osciladores ligam-se e desligam-se milhares de vezes por segundo. Osciladores "lentos" são frequentemente usados para produzir sons. Osciladores "super rápidos" produzem sinais de frequência de rádio (sinais de RF). Estes osciladores de sinais de RF ligam-se e desligam-se milhões de vezes por segundo.

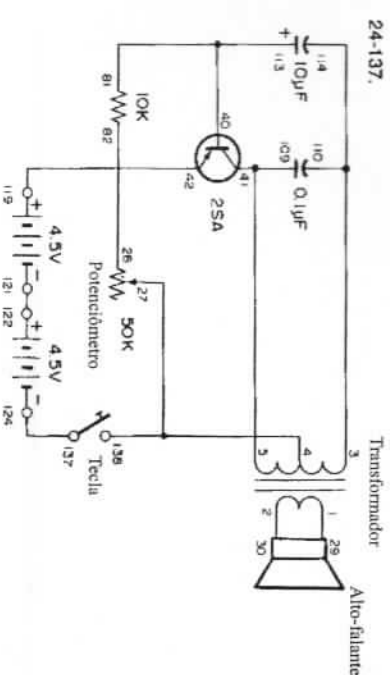
O número de vezes que o oscilador liga-se e desliga-se a cada segundo é chamado de frequência do oscilador e medido em unidades chamadas hertz (Hz). Este oscilador tem uma frequência em torno de 1 a 12 Hz. A frequência dos osciladores de sinais de rádio devem ser medidas em kHz, (kilohertz para milhares de hertz) ou MHz (megahertz para milhões de hertz).

Quando terminar o cabeamento, pressione a tecla para inicializar o oscilador. Ajuste o potenciômetro (resistor variável de 50k ohm) para mudar o som vindo do alto-falante de alguns pulsos por segundo para dezenas ou mais por segundo. Você pode também mudar a frequência deste oscilador tentando outros capacitores no lugar do capacitor de 10µF. Observe atentamente as conexões (+) e (-), ou seja, a polaridade, nos capacitores marcados com o sinal (+) ou (-).



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-110-114, 4-27-138, 5-41-109, 28-82, 40-113-81, 42-119, 121-122, 124-137.



## 6. MOTOCICLETA ELETRÔNICA

Você já tentou pilotar uma motocicleta com apenas quatro dedos? É muito perigoso quando trata-se de uma motocicleta de verdade, mas pode ser muito divertido nesta versão eletrônica.

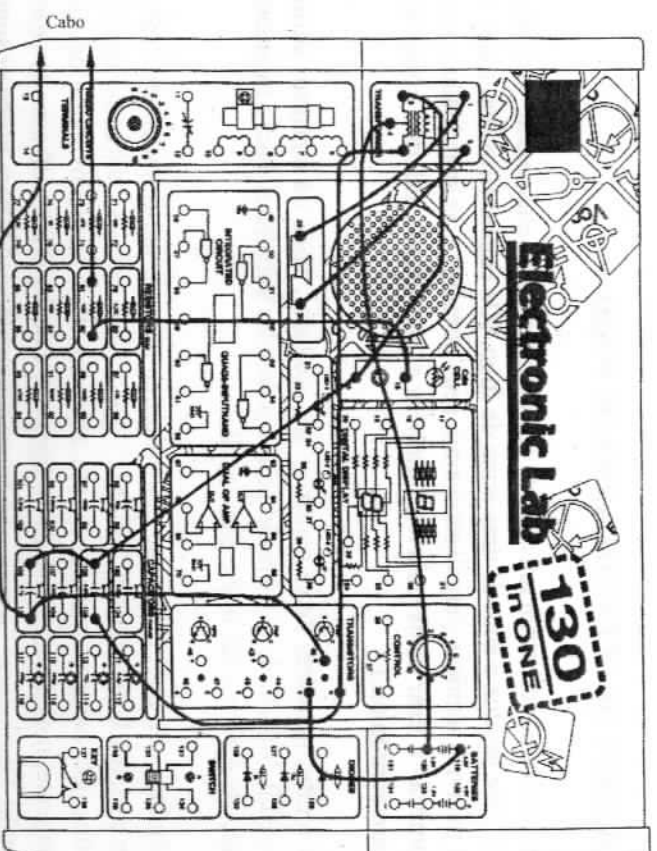
Para usar este projeto, conecte os componentes de acordo com a sequência de cabeamento. Então segure as pontas de metal expostas de cada um dos dois cabos longos (conectados aos terminais 110 e 81) entre seus dedos polegar e indicador de cada mão. Agora varie a pressão (apertando mais ou menos) e ouça o som do alto-falante. O som mudará assim que você variar a pressão entre os dedos.

Você pode também obter diferentes sons controlando-se a quantidade de luz que atinge a célula Cds. Com uma luz forte sobre a célula Cds, você pode controlar a operação inteiramente, exercendo-se mais pressão nos cabos em suas mãos. Utilize sua mão para fazer sombra sobre a célula Cds e veja o que acontece.

Quando você segura as pontas dos cabos, você passa a ser um outro componente do circuito - um resistor. Mudando-se a pressão entre os dedos, a resistência a passagem de corrente é alterada neste projeto. Com algum tempo de prática você já estará produzindo um som igual ao de uma motocicleta andando.

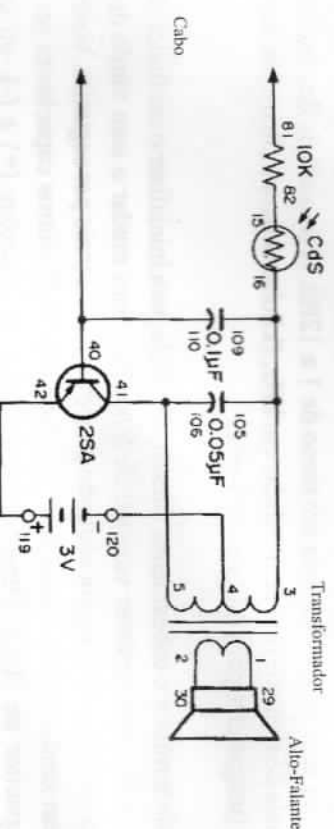
Você pode experimentar diferentes valores para os capacitores de 0,1 $\mu$ F e 0,05 $\mu$ F, mas não utilize valores acima de 10 $\mu$ F ou o transistor pode ser danificado.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-16-105-109, 4-120, 5-41-106, 15-82, 40-110-Cabo, 42-119, 81-Cabo.

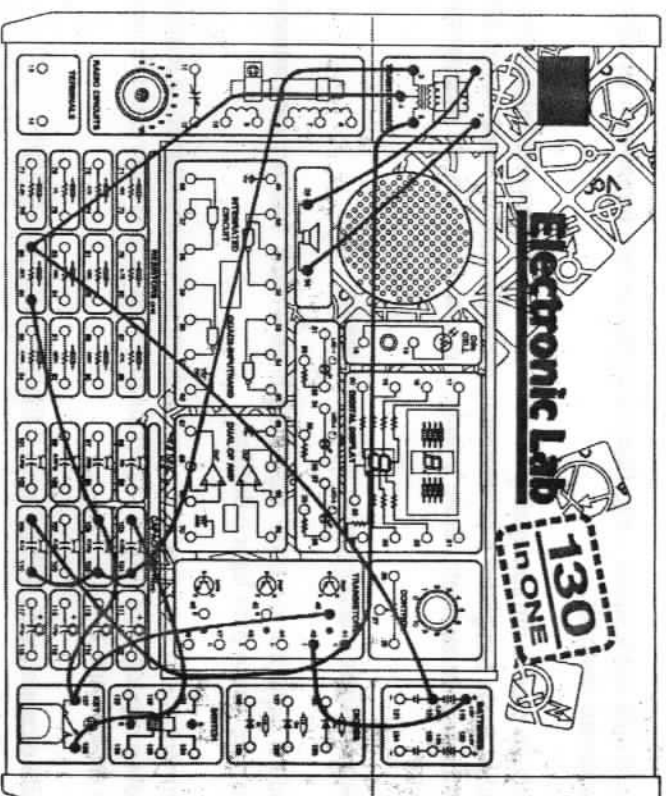


## 7. SIRENE DO CARRO DE POLÍCIA DE DUAS TONALIDADES

Aqui está uma sirene barulhenta que é bem parecida com sirenes verdadeiras de alguns carros de polícia ou ambulância, e então você deve tomar cuidado para não confundir seus vizinhos. O tom inicial é alto, mas quando você fechar a chave o tom torna-se baixo. Você pode controlar a tonalidade de maneira a simular as sirenes da polícia e ambulância.

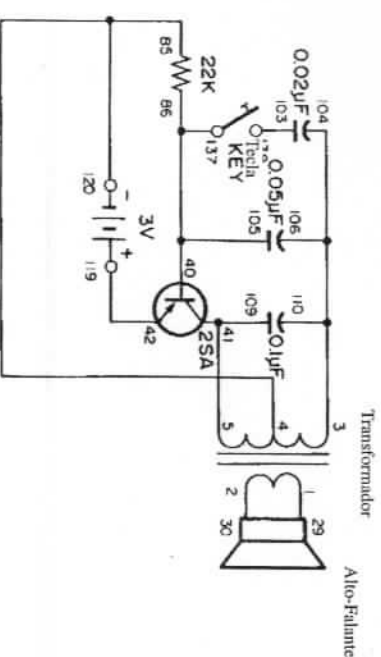
Este é o mesmo tipo de oscilador usado em muitos outros projetos. Quando você pressionar a tecla, um outro capacitor é adicionado ao circuito para diminuir a ação do oscilador.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-104-106-110, 4-85-120, 5-41-109, 40-137-105-86, 103-138, 42-119.



## 8. SIRENE ELETTRONICA

Aqui está uma outra sirene - não fique surpreso se este tornar-se o circuito mais popular dentro deste kit.

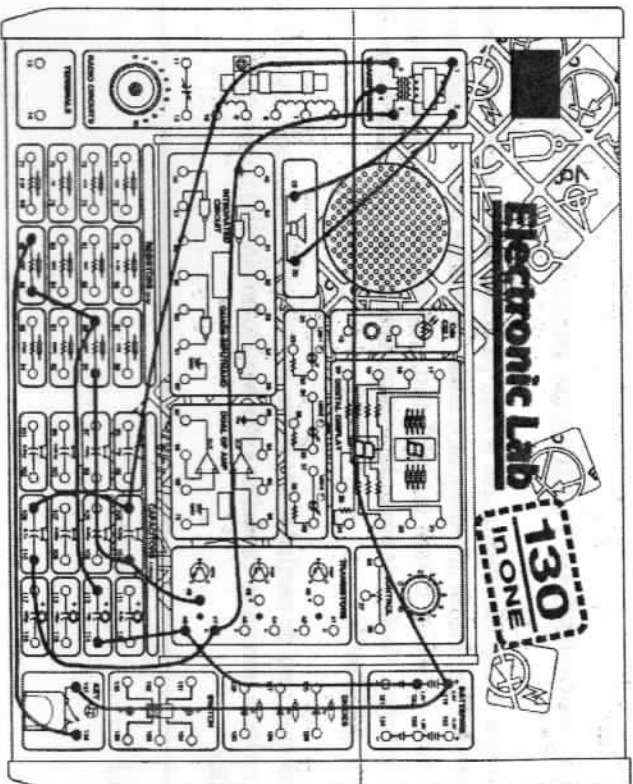
Este circuito produz um som mais parecido com uma sirene verdadeira de um carro de polícia! Após completar o cabeamento, pressione a tecla. Você ouvirá um tom que gradualmente aumenta. Solte a tecla, e o tom diminuirá até desaparecer por completo.

Aqui está algumas mudanças que você pode tentar:

1. Mude o capacitor de  $10\mu\text{F}$  para  $100\mu\text{F}$  ou  $470\mu\text{F}$ . Isto provoca aumento no tempo de atraso para ligar e desligar.
2. Mude o circuito para eliminar o tempo de atraso desconectando-se temporariamente o capacitor de  $10\mu\text{F}$ . Simplesmente desconecte um dos cabos do terminal 113 ou terminal 114.
3. Mude o capacitor de  $0.02\mu\text{F}$  para  $0.01\mu\text{F}$  e então para  $0.05\mu\text{F}$ .

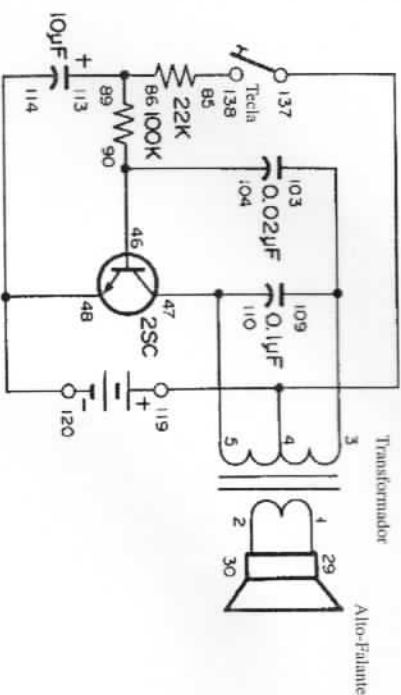
Divirta-se!

NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-119-137, 5-47-110, 46-104-90, 114-48-120, 85-138, 86-89-113.



## 9. METRÔNOMO ELETRÔNICO

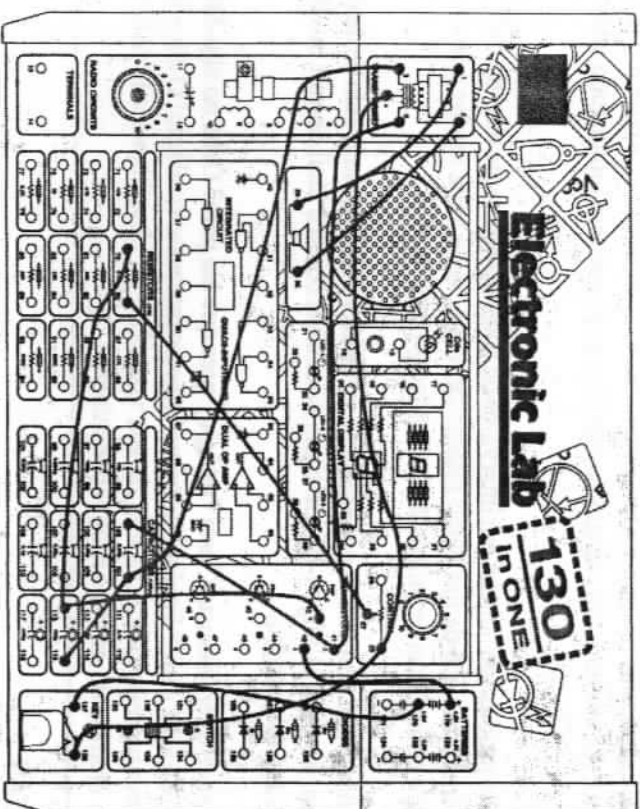
Aqui está um circuito que você achará útil se você for aprender a tocar instrumentos musicais. Esta é uma versão eletrônica do metrônomo usado pelos estudantes de música em todos os lugares.

Pressione a tecla. Você ouvirá um som do alto-falante em intervalos fixos. Agora, gire o potenciômetro para a direita e você ouvirá o som com velocidade maior pois o intervalo entre os sons fica menor.

Tente um resistor diferente no lugar do resistor de 4,7k. (Este resistor está em série com o potenciômetro. Isto é, a mesma corrente passa através dos dois componentes.) Também, tente um capacitor diferente no lugar do capacitor de 100μF e veja que efeito tem isto na operação do circuito. Lembre-se de manter as anotações em seu caderno.

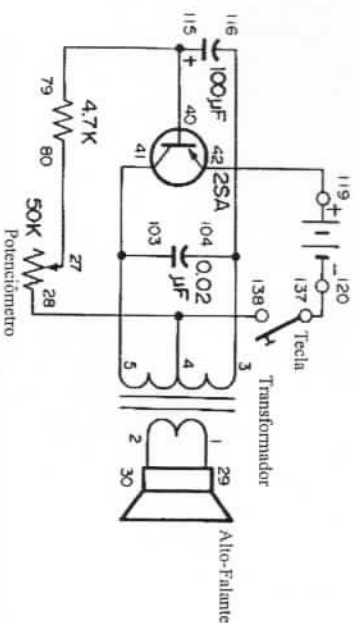
Tente conectar o capacitor de 470μF às baterias para ouvir a diferença que um capacitor maior provoca. Conecte o terminal 117 ao terminal 119 e o terminal 118 ao terminal 120. Você também deve ajustar o potenciômetro para manter a mesma taxa de pulsos.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-28-138, 5-41-103, 27-80, 40-115-79, 42-119, 120-137.





## 10. RELÓGIO ELETRÔNICO DO VOVÔ

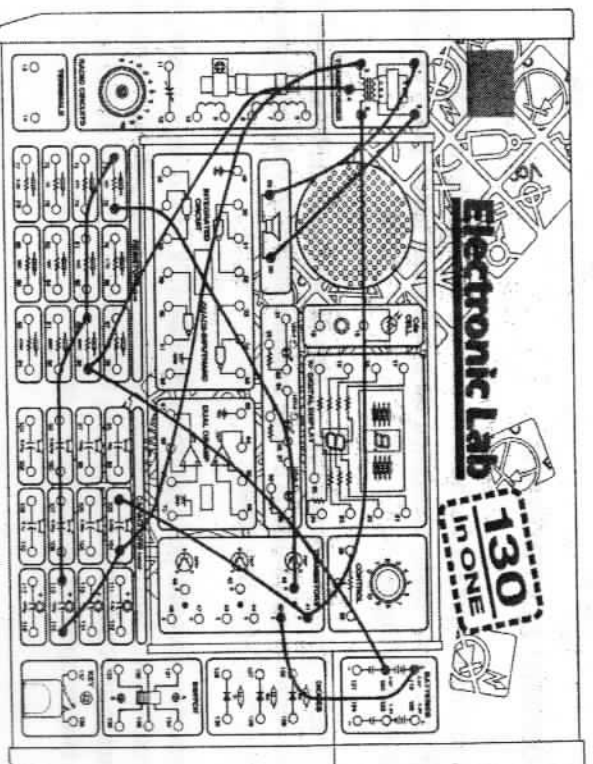
Você quer recuperar os ouvidos de algum dos seus ancestrais? Alguém que tenha vivido numa casa com um relógio do vovô pensará que tem um quando ouvir este projeto.

O circuito produz um "click" em intervalos de aproximadamente um segundo. Este som relembra a você de um velho relógio do vovô. Você pode mudar o resistor de 100k para obter taxas de pulsos mais rápidos ou mais lentos.

O som monótono e constante pode colocar animais (e pessoas) em estado de descanso da mente. Se você já viajou em um trem, você sabe como é fácil dormir ouvindo o som das rodas no trilho.

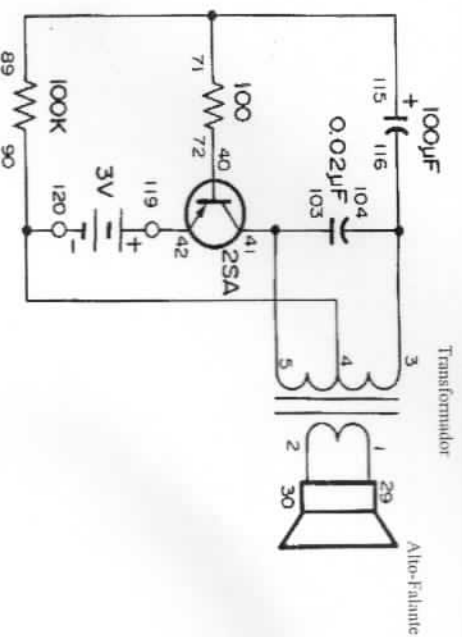
Agora, você quer "assustar" este "relógio" para que ele pare? Grite no alto-falante. O que você acha disto? Você pode momentaneamente parar o relógio! O alto-falante atua como um microfone. O som de sua voz vibra no alto-falante e transforma o balanço elétrico do circuito momentaneamente.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-90-120, 5-41-103, 40-72, 42-119, 71-89-115.



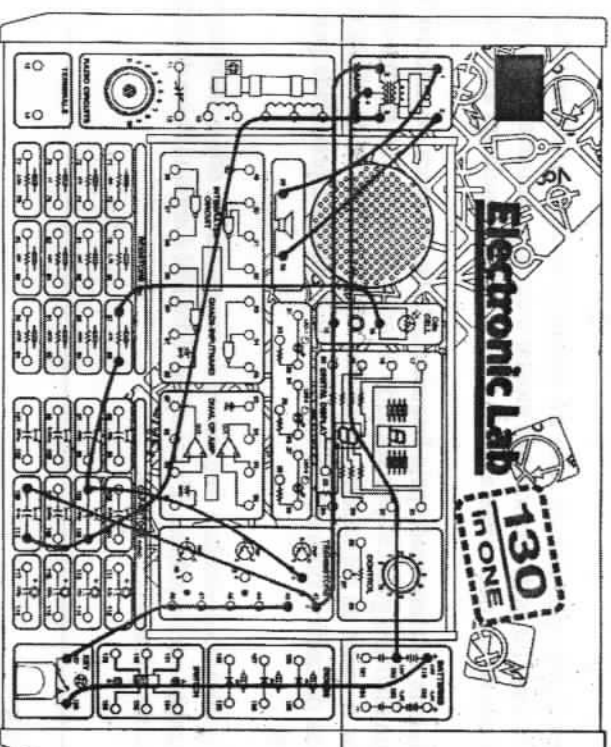
## II. HARPA ELETRÔNICA CONTROLADA POR LUZ

Vamos tocar tons musicais deslocando suas mãos sobre o kit sem tocá-lo! Mágica? Inacreditável? Os tons mudam com a quantidade de luz que alcança a célula Cds. Sobre uma luz intensa, o tom é alto. Assim que você bloqueia a luz com suas mãos, o tom diminui.

Este método de criar sons musicais tem sido utilizado desde tempos anteriores aos circuitos de tubos à vácuo. O primeiro instrumento deste tipo foi inventado pelo homem chamado Leon Theremin, assim o instrumento foi chamado de Theremin em sua homenagem.

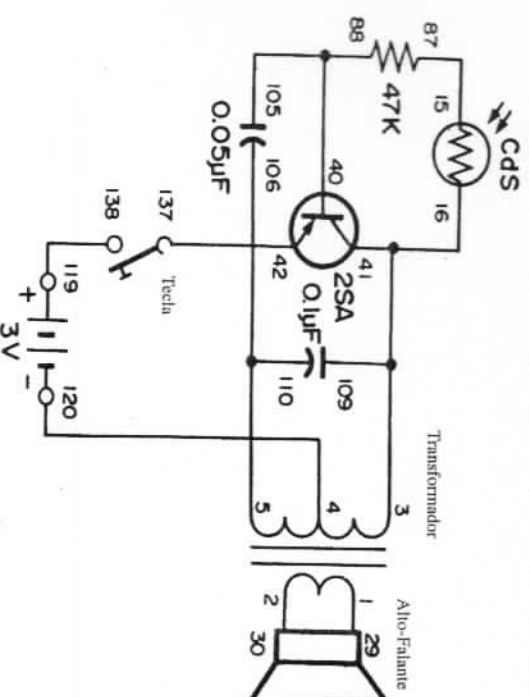
Quando completar o cabeamento, pressione a tecla e percorra sua mão sobre a célula Cds. Com um pouco de prática você estará habilitado a tocar com este instrumento musical mágico. Experimente colocar a capa sobre a célula Cds para obter maior controle. Divirta-se!

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-16-41-109, 4-120, 5-106-110, 15-87, 40-105-88, 42-137, 119-138.





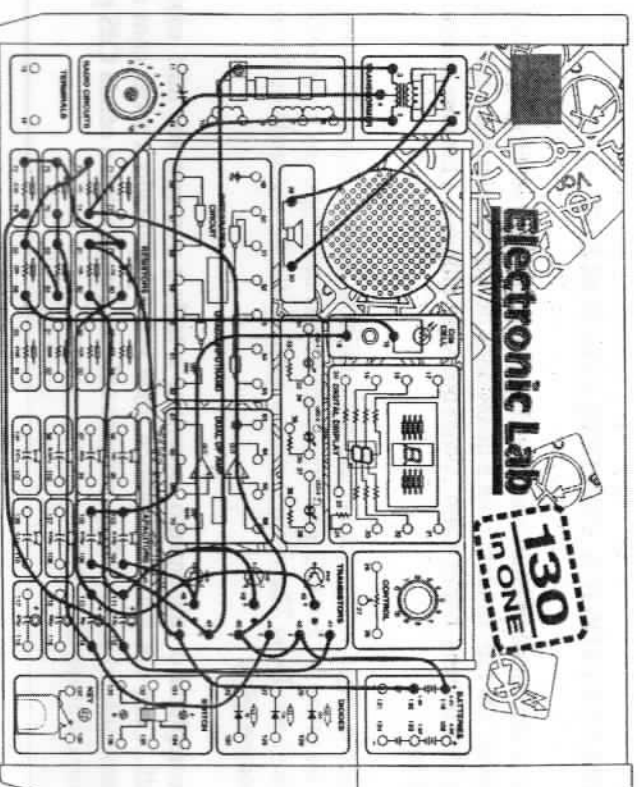
## 12. EFEITOS SONOROS DE FILMES DE TERROR

O som produzido por este circuito irá relembra-lo de músicas assustadoras que você ouviu em filmes de terror. Após montar o circuito, utilize sua mão para variar a quantidade de luz que atinge a célula CDS. A música muda em tonalidade.

O tom do som é determinado pela frequência da onda sonora - o número de ciclos de energia eletromagnéticas por segundo. A quantidade de luz sobre a célula Cds determina o valor da resistência da célula. Mais resistência da célula diminui a frequência da onda sonora musical. A "música" básica é produzida pelo circuito oscilador.

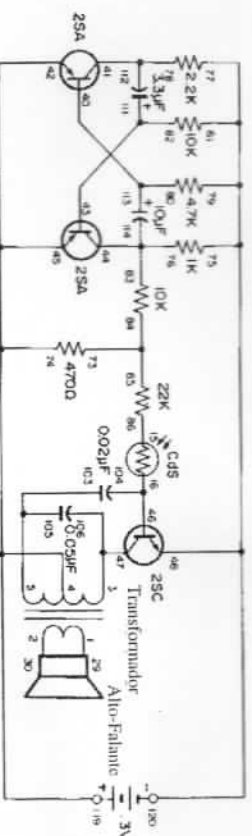
Quando o circuito controla a frequência de um oscilador, nós o chamamos de FM ou modulação em frequência. Um sinal de rádio FM é alguma coisa deste tipo, mas com uma frequência bem maior.

### NOTAS



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-47-106, 4-74-45-42-119, 5-103-105, 15-86, 16-46-104, 40-113-80, 41-112-78, 43-111-82, 44-114-83-76, 120-48-81-79-75-77, 73-85-84.

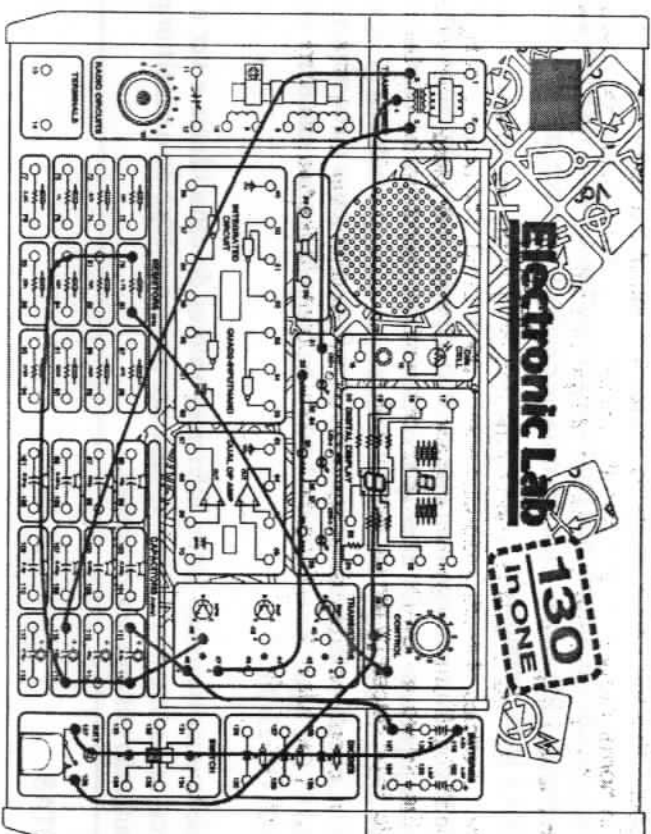


### 13. LUZ ESTROBOSCÓPICA

Aqui está um circuito oscilador que não utiliza o alto-falante ou o microfone - você não ouve sua saída. Ao invés disto, você vê a saída num LED. Isto dá a você uma idéia de como os estroboscópios maiores (reais) trabalham. Pressione a tecla e observe o LED1. Ele acende e apaga a certos intervalos. Você pode controlar este intervalo por meio do potenciómetro de 50k.

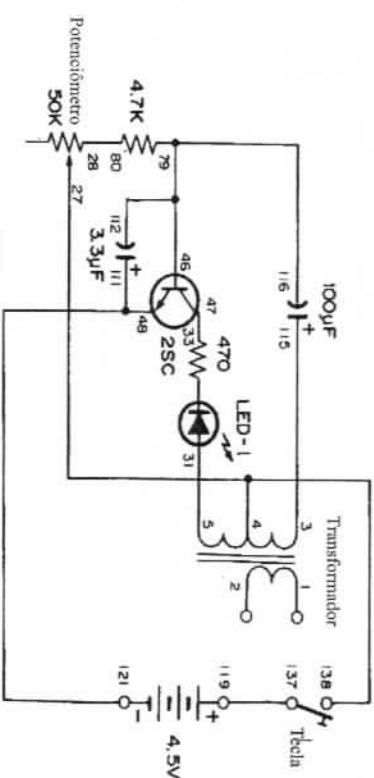
Isto possibilita a você “ver” como os osciladores trabalham. Tente substituir o valor do capacitor de  $100\mu\text{F}$  para um de capacidade menor. O que você acha que acontecerá? Você estava certo?

## NOTAS



Sequência de cabeamento:

3-115, 4-27-138, 5-31, 28-80, 33-47, 79-116-112-46, 111-48-121, 119-137.



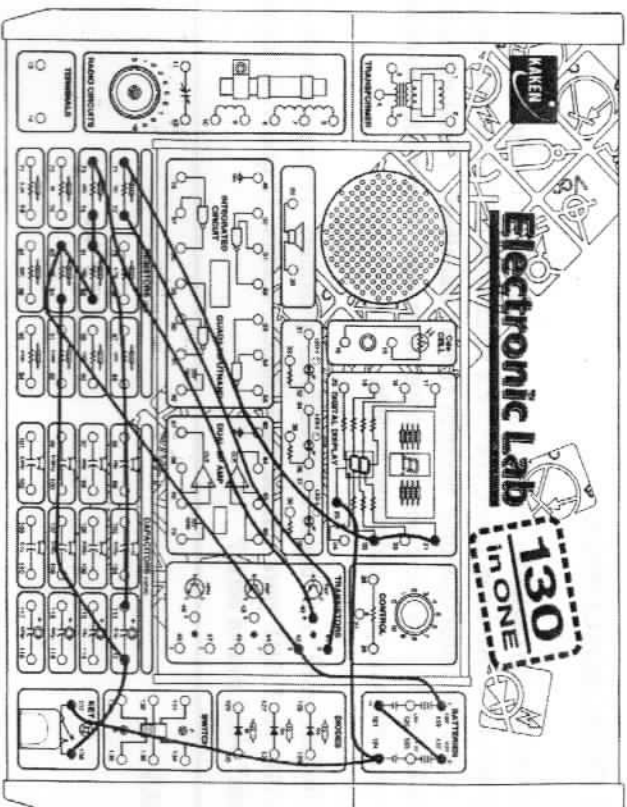
#### 14. COMUTAÇÃO RÁPIDA DO DISPLAY LED (Teste de Persistência de Visão)

Este é um circuito de controle que produz pulsos curtos. Quando você pressiona a tecla, o display LED mostra 1 por um instante e então desaparece, mesmo que você mantenha a tecla pressionada.

Você pode construir um jogo com este circuito. Apresente um número ou letra no LED, e os jogadores devem dizer qual o número que aparecerá no display. Você pode ter diferentes números ou letras mostrados no display, mudando as ligações do LED. Conecte os terminais apropriados para formas as letras ou os números ao terminal 71 (no lugar dos terminais 21 e 23). As conexões para o número 3 devem ser: 17-21-22-23-20-71.

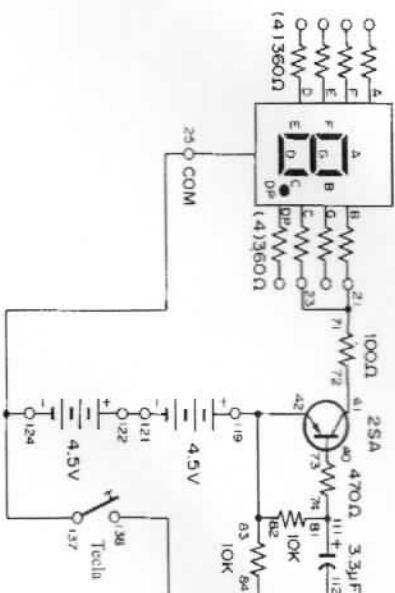
Você deve estar querendo tentar diferentes valores de capacitância e ver o que acontece, mas não utilize valores de capacitor maior que 10µF ou o transistor pode ser danificado por corrente excessiva.

#### NOTAS



Sequência de cabearmento:

21-23-71, 25-124-137, 40-73, 41-72, 82-83-42-119, 74-81-111, 84-112-138, 121-122.



## II. BASES DO SEMICONDUTOR E CIRCUITOS COMPONENTES

## UMA GRANDE MUDANÇA

Até agora, nós tínhamos desenhado as ligações no kit, mais a sequência de cabeamento, para guiá-lo nas conexões. O restante dos projetos deste manual irá apresentar apenas o diagrama esquemático no lugar do desenho do kit.

Um diagrama esquemático é um mapa de rotas para os circuitos eletrônicos. Ele mostra como diferentes componentes são conectados uns aos outros e possibilita a você seguir o fluxo de eletricidade através do circuito. Técnicos e engenheiros peritos em eletrônica podem construir circuitos completos com nada mais que os diagramas esquemáticos para guiá-los.

Nós não iremos pedir para que você construa circuitos a partir de diagramas esquemáticos somente. (Provavelmente você deu um suspiro de alívio.) Para ajudá-lo, no esquema, nós adicionamos os números dos terminais onde você irá efetuar cada uma das conexões. Uma linha entre os números 32 e 64 no esquema significa que você deve conectar um cabo entre aqueles dois terminais em seu kit. Cada componente em seu kit tem seu próprio símbolo esquemático. Você encontrará um desenho de cada componente, juntamente com seu símbolo esquemático e uma breve descrição, no início deste manual.

Você notará no esquema que algumas linhas cruzam outras e existem pontos mais escuros nos pontos de cruzamento. Isto significa que dois cabos representados pelas linhas são conectadas no ponto indicado pelo ponto escuro. (Você normalmente encontrará um número ao lado do ponto.) Se duas linhas cruzam-se e não existe o ponto escuro, isto significa que os cabos não são conectados. (Você também não encontrará o número do terminal próximo ao cruzamento.)

Linhas Conectadas  Linhas Não Conectadas 

A primeira vista, os diagramas esquemáticos podem parecer confusos, mas eles são na realidade bastante simples, uma vez que você obtiver alguma prática em usá-los. Não seja desencorajado caso ache confuso a primeira vista. Mais cedo do que você possa imaginar você estará construindo circuito apenas olhando para os diagramas esquemáticos.

A habilidade para ler diagramas esquemáticos é importante na eletrônica. Muitas revistas e livros de eletrônica fornecem circuitos interessantes somente na forma de esquema. Um esquema é também uma maneira mais simples e precisa de descrever ou mostrar um circuito do que descrever em palavras.

## 15. DESCARGA DE CAPACITOR / GERADOR DE ALTA TENSÃO

Este circuito mostra como pulsos únicos de alta tensão de energia elétrica são gerados quando um capacitor carregado é repentinamente descarregado através de um transformador. (O sistema de ignição automotiva de descarga de capacitor utiliza o mesmo tipo de reação.)

A operação deste circuito é simples, mas as concepções envolvidas são importantes para o entendimento de circuitos mais complicados. Se você tem um testador de tensão/ohm você pode cientificamente medir a energia que é descarregada através do transformador.

O capacitor de  $470\mu\text{F}$  armazena energia quando as baterias fornecem milhões de elétrons para o eletrodo negativo do capacitor. Ao mesmo tempo as baterias drenam o mesmo número de elétrons do eletrodo positivo do capacitor, assim o eletrodo positivo fica deficiente em elétrons. Desde que a corrente deva passar através do resistor de  $4,7\text{k}$ , ele requer pelo menos 12 segundos para que o capacitor receba a carga de 9V das baterias.

A quantidade de carga no capacitor pode ser indicada pela tensão sobre o capacitor (a tensão fornecida pela bateria ou outra fonte de alimentação) ou, mais precisamente, pela quantidade de elétrons disponíveis em um dos eletrodos do capacitor.

A quantidade de elétrons em um eletrodo do capacitor é medida em coulombs. Um coulomb é a quantidade de  $6,280,000,000,000,000$  elétrons ( $6,28 \times 10^{18}$ ).

Para determinar a carga em ambos os eletrodos do capacitor (Q), multiplique a capacitância (C) pela tensão sobre o capacitor (E). ( $Q = C \times E$ ). Para o capacitor de  $470\mu\text{F}$  ( $470 \times 10^{-6}\text{F}$ ) a tensão de 9V é calculada da seguinte maneira:

$$Q = C \times E = 470 \times 10^{-6} \times 9 = 4.23 \times 10^{-3} \text{ coulombs}$$

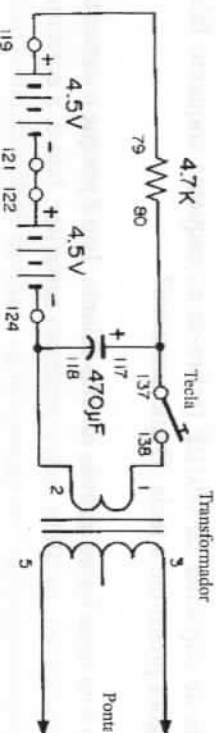
ou:

$$470 \times 0.000001 \times 9 = 0.00423 \text{ coulombs}$$

$$(265,564,400,000,000 \text{ elétrons})$$

Quando você pressiona a tecla, o número acima de elétrons passa através do enrolamento do transformador durante um tempo muito curto e induzindo uma alta tensão no enrolamento secundário.

Se você tiver um multímetro, conecte-o diretamente aos terminais 3 e 5 do transformador para verificar a presença de 90V ou mais. A tensão indicada é mantida pelo capacitor e é descarregada quando o transformador é colocado no circuito.



Sequência de cabeamento:

1-138, 2-118-124, 3-Pontas de Prova, 5-Pontas de Prova, 79-119, 80-117-137, 121-122.

### NOTAS

## 16. CAPACITORES EM SÉRIE E EM PARALELO

Os capacitores são um dos itens com maior utilidade em seu kit. Eles podem armazenar eletricidade, suavizar pulsos de eletricidade em fluxo constante e possibilitam que alguma corrente elétrica possa fluir enquanto bloqueiam outras correntes. Este projeto possibilita a você ouvir os efeitos dos capacitores conectados em série e em paralelo.

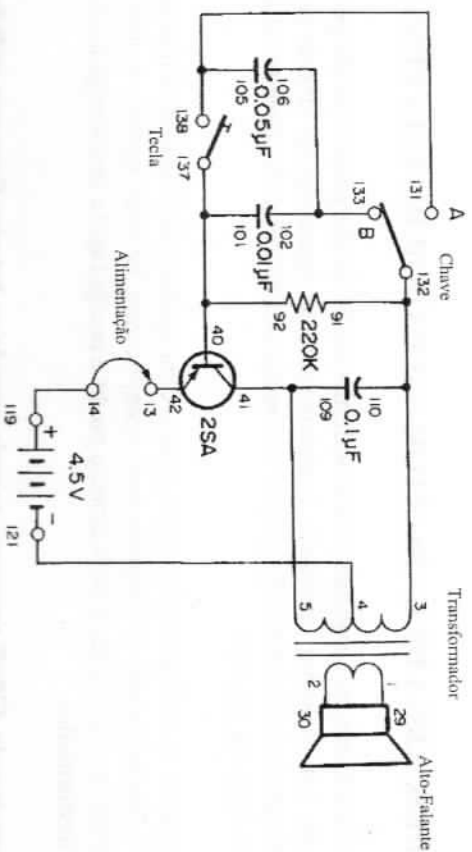
Quando você terminar o cabeamento deste projeto, posicione a chave em B. Então, conecte os terminais 13 e 14. Você ouvirá um som do alto-falante. Neste caso, está fluindo através do capacitor de  $0,01\mu\text{F}$  (refira-se ao esquema enquanto falamos sobre isto). Agora pressione a tecla. O que acontece?

Você ouve um tom mais baixo através do alto-falante. Isto é porque o capacitor de  $0,05\mu\text{F}$  foi colocado em paralelo com o primeiro capacitor. Isto é, a corrente flui através de ambos os capacitores ao mesmo tempo, através de dois canais separados. O que você acha que acontece com a capacitância total quando você conecta os dois capacitores em paralelo?

Você não deve ter adivinhado. Quando dois capacitores são conectados em paralelo, a capacitância total aumenta. A capacitância maior causa uma diminuição na tonalidade.

Agora solte a tecla e mova a chave da posição B para a A, mas não pressione a tecla enquanto a chave estiver posicionada em A. (O transistor pode ser danificado.) O que você ouve?

Você ouve um tom alto do alto-falante. Isto é porque os capacitores de  $0,05\mu\text{F}$  e  $0,01\mu\text{F}$  são agora conectados em série - a corrente flui diretamente de um para o outro capacitor. A capacitância total do circuito é agora menor que a capacitância do menor capacitor na conexão em série. Esta capacitância menor permite um som de tom mais alto.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-91-110-132, 4-121, 5-41-109, 13-42, 14-119, 40-92-101-137, 102-106-133, 105-131-138, 13-14 (Alimentação).

### NOTAS



## 17. RESISTORES EM SÉRIE E EM PARALELO

Neste projeto, você verá o que acontece quando você conecta resistores em série e em paralelo. Quando você terminar o cabeamento, você pode ver o LED1 no painel piscar.

Comute a chave entre o lado A e B e veja o que acontece com o LED em cada caso. Você não notará nenhuma mudança. O esquema mostra a você que dois resistores de 10k ohms são conectados em série com a chave em A, e um resistor de 22k ohms é conectado com a chave em B. A resistência total dos resistores conectados em série no lado A é igual a soma dos valores de cada resistor - 20k ohms. Este é quase o mesmo valor da resistência de 22k ohms do lado B. Isto é o porquê do LED não mostrar mudança, mesmo quando você muda a chave de posição.

Pressione a tecla e você verá o LED acender mais forte. Observe o esquema e você verá que o resistor 1 - R1 (470 ohms) é conectado ao LED em série. Este resistor controla o fluxo de corrente para o LED. Quando você pressionar a tecla, R1 e o resistor 2 - R2 (100 ohms) são conectados em paralelo, e resistência total diminui. O brilho do LED torna-se maior porque a corrente aumenta quando a resistência diminui.

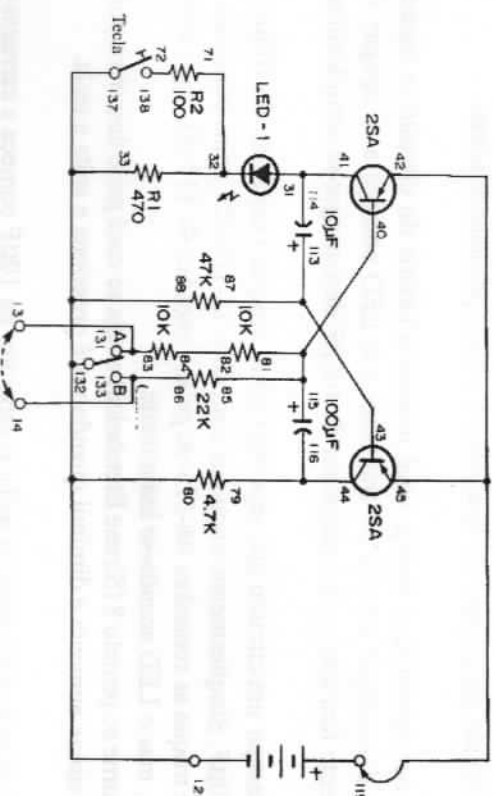
Calcular a resistência total na conexão em paralelo não é tão simples como calcular a resistência na conexão série. Você deve multiplicar os valores, então dividir o produto pela soma dos valores. Neste caso, a resistência total é:

$$\frac{470 \times 100}{(470 + 100)} = 82 \text{ ohms}$$

Agora, conecte os terminais 13 - 14. Como mostrado no esquema, isto conecta o resistor de 22k ohms em paralelo com os dois resistores de 10k ohm. Alguma mudança no LED? Ele pisca em intervalos menores porque a resistência conectada à chave diminui. Tente calcular a nova resistência. Ela é em torno de 10.5k ohms.

Este circuito é chamado de multivibrador. Um multivibrador é um oscilador que utiliza componentes que direcionam corrente de vai-e-vem de um para o outro componente. No esquema você pode ver que os capacitores de 10µF e 100µF descarregam-se através dos transistores. Este circuito multivibrador controla a oscilação para fazer o LED piscar a certos intervalos.

Você pode ver agora que os resistores e capacitores tem efeitos opostos quando conectados em série ou em paralelo. Esteja atento - é fácil confundir sobre qual aumenta e qual diminui.



Sequência de cabeamento:

31-41-114, 79-116-44, 40-115-85-81, 43-113-87, 32-71, 72-138, 82-84, 13-83-131, 14-86-133, 33-80-88-137-132-121, 45-42-119.

NOTAS

## 18. CONTROLADOR LUMINOSO

Neste projeto, você usa a carga e descarga do capacitor para ofuscar a luz (um LED neste caso). Quando terminar o cabeamento, posicione a chave em A. Os segmentos do LED acendem lentamente, mostrando um L. Em poucos segundos, o LED alcança seu ponto de brilho máximo e estabiliza-se. Agora mova a chave para a posição B, e o L lentamente apaga-se.

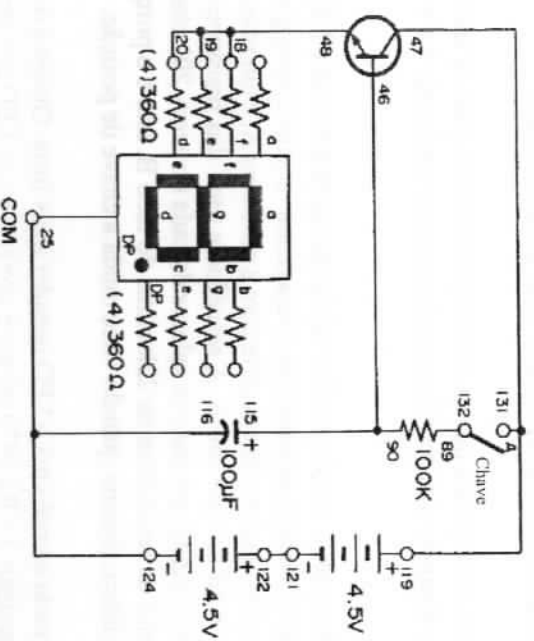
Observe o esquema. Com a chave ligada, corrente flui das baterias para carregar o capacitor de  $100\mu\text{F}$ . Quando o capacitor aproxima-se da carga total, mais e mais eletricidade flui para a base do transistor, gradualmente acionando-o (e portanto acendendo o LED). Quando o capacitor é completamente carregado, a corrente continua fluindo para a base do transistor, e o LED permanece aceso.

Quando você desabilita a chave, você remove a bateria do circuito; o capacitor começa a descarregar através do transistor e o LED começa a se apagar. O L gradualmente fica opaco até o capacitor de  $100\mu\text{F}$  descarregar-se completamente.

Se você desejar um circuito que seja mais lento, troque o capacitor de  $100\mu\text{F}$  por um de  $470\mu\text{F}$ . Simplesmente troque as conexões 25-116-124 pelas conexões 25-118-124 e troque as conexões 46-115-90 pelas conexões 46-117-90. Você deve ter paciência, mas o LED acende-se lentamente.

Agora retorne ao projeto 8 (Sirene Eletrônica) e veja se você pode descobrir porque o som da sirene aumenta e diminui quando você pressiona e solta a tecla.

Sugestão: quando você aperta a tecla, o capacitor de  $10\mu\text{F}$  começa a carregar-se.



Sequência de cabeamento:

18-19-20-48, 25-116-124, 46-115-90, 119-47-131, 89-132, 121-122.

NOTAS

## 19. TRANSISTOR COMUTADOR

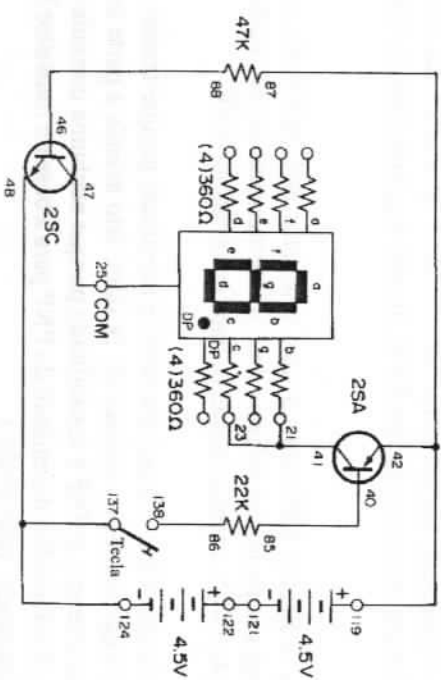
Isto é designado para ajudar você a estudar a ação da comutação dos transistores para acender o LED. Você usará dois transistores diferentes - o tipo NPN e um dos dois do tipo PNP incluídos no kit. NPN e PNP referem-se ao arranjo dos materiais semicondutores que formam os transistores.

O resistor de 47k ohms fornece a tensão de base para o transistor NPN, localizado na parte inferior do esquema, assim ele é habilitado. O transistor PNP, localizado na parte superior do esquema, é habilitado quando você fecha a chave e efetua a conexão através do resistor de 22k ohm.

Devido a resistência de 22k ohm ser praticamente a metade do resistor de 47k ohm, a corrente fornecida para a base do transistor PNP é aproximadamente duas vezes maior do que a do transistor NPN. O transistor PNP é então "mais" habilitado do que o NPN.

Observe o circuito e pressione a tecla: o 1 é mostrado. Para aumentar a corrente de base do transistor NPN, diminua o valor do resistor de 47k ohm conectado a base - terminal 46. Simplesmente desconecte os terminais 87 e 88, e troque-os com as conexões do outro resistor. Por exemplo, mude as conexões 87-42 e 46-88, por 83-42 e 84-46 para mudar o resistor de 47k ohm pelo de 10k ohm. Cada vez que você utilizar valores menores de resistor, mais corrente é fornecido a base do transistor, e o display LED acende com um brilho um pouco maior quando você pressiona a tecla. Não diminua a resistência para abaixo de 1k ohms, ou a transistor pode ser queimado.

Agora troque ambos os resistores para 10k ohms e pressione a tecla. (Utilize os terminais 81 e 82, e os terminais 83 e 84. O brilho não deve mudar muito com os dois transistores no mesmo nível. Caso ocorra uma mudança muito grande, verifique as baterias. Elas devem estar fracas.



Sequência de cabeamento:

21-23-41, 25-47, 40-85, 87-42-119, 46-88, 124-48-137, 86-138, 121-122.

NOTAS

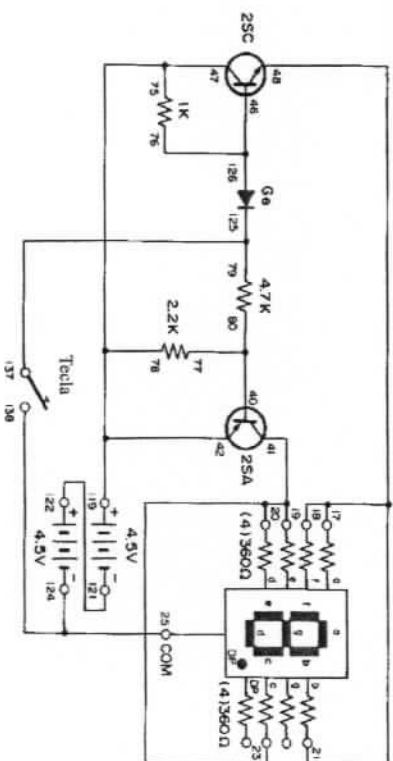
## 20. AÇÃO DO CIRCUITO A TRANSISTOR

Um transistor tem três conexões; um destes (a base) é usada para controlar a corrente entre as duas outras conexões. Lembre-se desta importante regra para os transistores: um transistor é habilitado quando uma certa tensão é aplicada a sua base. Tensão positiva habilita um transistor do tipo NPN. Tensão negativa habilita transistor do tipo PNP.

Neste projeto, o display LED mostra qual transistor está habilitado, acendendo uma das metades superior ou inferior. Isto irá demonstrar como tensão positiva habilita transistor NPN e tensão negativa habilita transistor PNP.

Após efetuar as conexões, o transistor NPN é habilitado porque tensão positiva é aplicada à sua base através do resistor de 1k ohm. Isto acende a parte superior do LED. Ao mesmo tempo, o PNP é desabilitado porque nenhuma corrente pode fluir pela sua base. (Corrente flui do emissor do PNP para a base do transistor NPN, mas este fluxo é bloqueado pelo diodo.)

Quando você pressionar a tecla, o NPN é desabilitado porque a tensão negativa é aplicada à sua base através do diodo. O PNP é habilitado ao mesmo tempo porque a corrente agora flui através do resistor de 4,7k ohm. Isto acende os segmentos inferiores do LED.



Sequência de cabeamento:

18-17-21-48, 19-20-23-41, 25-124-138, 40-80-77, 75-78-47-42-119, 76-46-126, 79-137-125, 121-122.

NOTAS

## 21. AMPLIFICADOR DE SOM

Este circuito é um poderoso amplificador de dois transistores. Um amplificador usa um pequeno sinal para controlar ou produzir um sinal maior. Este amplificador é similar aos novos modelos de amplificador auxiliar à transistor. O alto-falante atua como um microfone dinâmico.

Usando seu multímetro neste amplificador para medir as tensões do circuito, ajudará você a aprender como os transistores trabalham. As tensões medidas ajudarão você a determinar medidas de corrente e a maneira como este circuito trabalha.

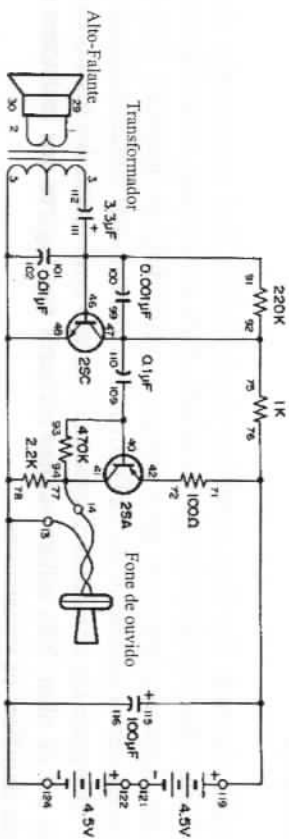
O alto-falante de seu kit pode transformar a pressão do som em tensões fracas. O transformador aumenta a tensão um tanto. Esta tensão é então aplicada ao transistor NPN através do capacitor de  $3.3\mu\text{F}$ .

A tensão amplificada na saída do transistor NPN é acoplada ao transistor PNP através do capacitor de  $0.1\mu\text{F}$ . É então amplificada pelo PNP, e é acoplada ao fone de ouvido através do capacitor de  $100\mu\text{F}$ .

É hora de falarmos sobre o transformador. O transformador é formado por um enrolamento de centenas de voltas. Nós chamamos de bobina. Um transformador tem duas bobinas separadas por uma placa.

Quando eletricidade flui através da bobina, ele cria um campo magnético. O inverso também é verdade - se uma bobina é submetida a uma mudança na intensidade do campo magnético, eletricidade flui através dele. Assim, quando eletricidade flui através da primeira (ou primária como nós frequentemente a chamamos) bobina do transformador, o campo magnético criado pela bobina primária faz com a eletricidade flua através da bobina secundária. O número de voltas de cada bobina é diferente, assim a tensão da eletricidade de cada bobina é também diferente.

Este estabelecimento de uma carga elétrica, usando um campo magnético é chamada indução. Volte ao projeto 15 (Descarga de Capacitor / Gerador de Alta Tensão) e lembre-se de como uma tensão grande é induzida no lado secundário quando 9V é aplicado ao lado primário do transformador.



Sequência de cabeamento:

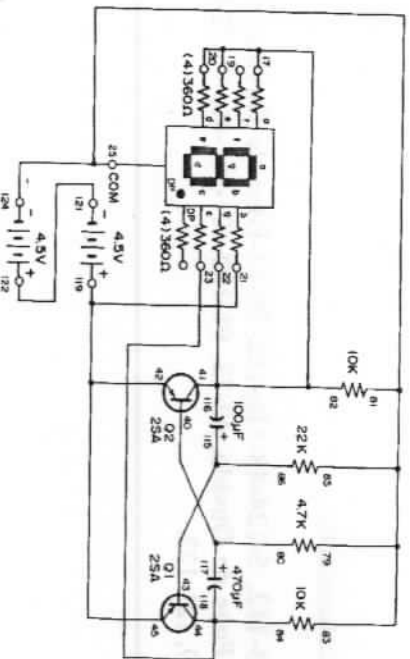
1-29, 2-30, 3-112, 5-124-48-116-102-78-13-Fone de Ouvido, 93-109-40, 41-94-77-14-Fone de Ouvido, 42-72, 91-100-101-111-46, 75-92-99-110-47, 71-76-115-119, 121-122.

### NOTAS

## 22. FLIP-FLOP MULTIVIBRADOR COM DISPLAY LED

Aqui está um outro circuito para entretenimento. Este circuito acende os números 1 e 2 no display.

Um circuito chamado flip-flop controla o display LED. Você irá aprender mais sobre circuitos flip-flop em projetos posteriores. Para o momento, tente diferentes valores de capacitores para ver seus efeitos na velocidade de operação. Veja se você pode efetuar o cabeamento do LED novamente para mostrar números diferentes de 1 e 2. Você pode tentar valores diferentes e maiores nos lugares dos resistores de 22k ohm e 4,7k ohm. Não utilize valores menores nos lugares dos resistores ou você pode danificar os transistores.



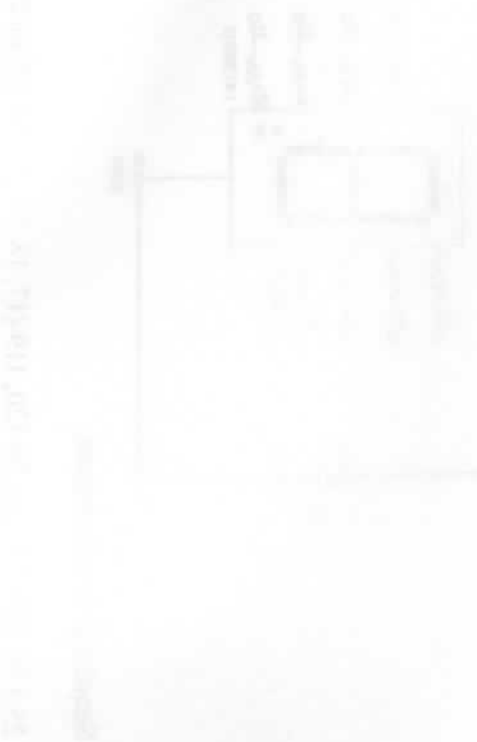
Sequência de cabeamento:

17-19-20-22-41-116-82, 21-42-45-119, 23-44-118-84, 79-81-83-85-25-124,  
80-117-40, 86-115-43, 121-122.

NOTAS



### III. CIRCUITOS COM DISPLAY DIGITAL LED



Este circuito é um exemplo de um driver para um display de 7 segmentos. O display é alimentado por uma fonte de 5V e cada segmento é controlado por um pino de saída de um microcontrolador. Os resistores limitam a corrente para proteger os LEDs.

### 23. CIRCUITO COM DISPLAY DIGITAL LED DE SETE SEGMENTOS

Nesta seção, vamos fazer experiências básicas com o display LED para aprender como melhor usar este componente. Nós estaremos usando o display LED em todos os quatro projetos.

O display LED permite a você ver o efeito dos sinais elétricos. É similar a um diodo normal mas ele emite luz quando a corrente flui através dele. Um exemplo do display LED é o indicador de ligado do seu rádio ou VCR que diz a você que a alimentação está ligada.

Similarmente o display LED de sete segmentos mostra os números 0 até 9 para apresentar a saída do computador ou da calculadora. Sete é o número mínimo de segmentos (linhas separadas que podem ser acensas individualmente) necessárias para mostrar claramente os dez dígitos. Você deve sempre observar duas condições para operação normal do LED:

1. Polaridade correta (conexão + e - do LED)
2. Quantidade de corrente apropriada

Polaridade reversa pode queimar o LED, a menos que a tensão não ultrapasse 4 volts, ou a corrente seja limitada num valor seguro. O LED não acenderá quando a polaridade não estiver correta.

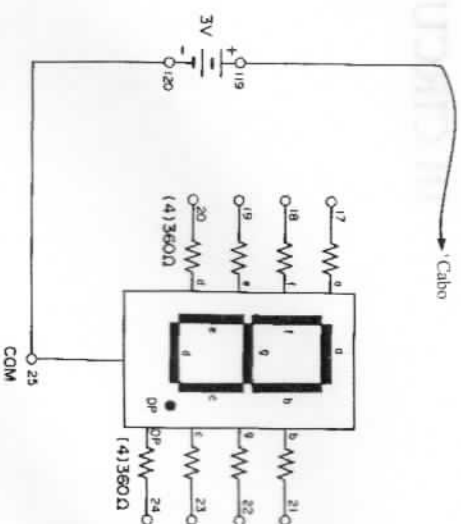
Para manter o fluxo de corrente em um nível adequado, nós utilizamos resistores (permanentemente conectados ao kit) em série com o LED. Estes resistores fornecem uma tensão relativamente constante (em torno de 1.7 volts) ao LED através do terminal 25. Nós precisamos de tensões acima deste valor para fazer com que a corrente flua através do display LED. Os resistores em série determinam o quanto de corrente flui das baterias para o LED.

Complete o cabeamento como mostrado para conectar a fonte de 3V com os segmentos do LED e ao ponto decimal (Dp). Quais números e letras você pode mostrar?

Com esta baixa tensão das baterias você pode reverter a polaridade do circuito revertendo-se as conexões da bateria. (Troque 25-120 e 119-Cabo, para 25-119 e 120-Cabo) Anote os resultados. Após anotar os resultados, reconecte as baterias com a polaridade correta. Use seu multímetro para medir a tensão do LED entre o terminal 25 e cada terminal separado (17 até 24). Temporariamente mude para uma de fonte de 9V trocando-se as conexões da bateria para: 25-124, 121-122, e 119-Cabo. Então, faça as mesmas medidas. Com este aumento em três vezes da tensão de alimentação das baterias, as tensões do LED aumentam em que proporção? (Um aumento típico é de 0.25V.)

Agora tente medir a tensão em cada resistor conectado aos segmentos do LED. Os resistores todos são de 360 ohms. A corrente do LED em miliampères (milésimas partes de amperes) é calculada dividindo-se a tensão por 360 ohms. As correntes dos segmentos do LED são de aproximadamente \_\_\_\_\_ miliampères (mA) com a fonte de 3V (tipicamente de 3mA), e \_\_\_\_\_ mA com fonte de 9V.

Tente anotar/fazer os desenhos das conexões necessárias para mostrar os dígitos de 0 até 9 no display.



Sequência de cabeamento:

25-120, 119-Cabo, ou 25-120, 119-(17, 18, 19, 20, 21, 22, ou 23)

## 24. BASES DO DISPLAY LED

Agora você irá aprender sobre um display digital LED, catodo-comum, sete segmentos. Catodo-comum significa que o display LED de sete segmentos utilizam um único ponto de contato - terminal 25 - como um eletrodo negativo comum.

O LED deve ter as conexões (+) e (-) corretas de maneira que a corrente possa fluir através dele. O lado positivo é chamado de anodo, e o lado negativo é chamado catodo. Porque o display de sete segmentos consiste de sete LEDs (não incluindo o ponto decimal), deve existir 14 pontos de conexão no total - sete anodos e sete catodos.

Entretanto, nós podemos fazer ambos anodo ou catodo comum, podendo diminuir o número de terminais para somente oito - um terminal anodo para cada um dos sete segmentos, e um terminal para atuar como catodo comum (ou sete terminais catodo e um anodo comum).

O display LED deste kit é do tipo catodo comum. Você conecta o terminal catodo comum do segmento (terminal 25) ao lado negativo da bateria, e algum terminal anodo do segmento, como desejado, ao lado positivo da bateria.

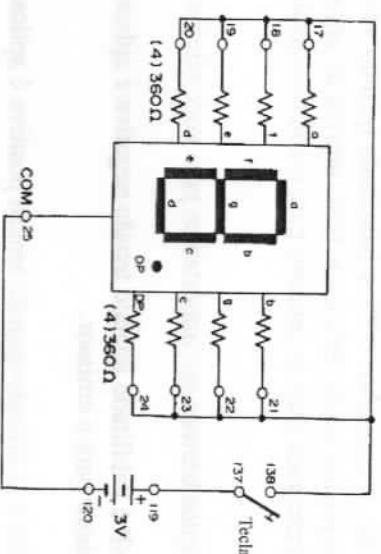
Os segmentos do display LED são muito pequenos. Para formar uma linha de luz, um número de segmentos devem ser alinhados próximos um do outro para que pareça uma linha contínua.

Os LEDs operam de maneira extremamente rápida. Um LED pode acender e apagar-se centenas de vezes a cada segundo; tão rápido quanto você pode vê-lo piscar. Ao contrário de uma lâmpada incandescente, não existe tempo de aquecimento, e apenas uma pequena quantidade de calor é produzida.

Efeite as seguintes experiências para ver o quanto rápido os LEDs operam.

1. Monte o circuito mas não feche a tecla.
2. Diminua a luz do quarto para um nível bem baixo assim você pode ver qualquer emissão de luz do LED, facilmente.
3. Feche a tecla somente por uma fração de segundo.

Note que o display acende e apaga rapidamente. Agora mantenha o kit seguro, brevemente aperte a tecla em movimento muito rápido e observe o display LED. O display deve parecer que abruptamente acende e apaga. Na realidade, a persistência dos olhos humanos é muito maior que o tempo de comutação dos LEDs, ou seja, sem instrumentos especiais, este parece ser o ponto de cruzamento entre acender e apagar (piscar) e estar continuamente aceso.



Sequência de cabeamento:

17-18-19-20-21-22-23-24-138, 25-120, 119-137.

NOTAS

## 25. TRANSISTOR CONTROLANDO A COMUTAÇÃO DE DISPLAY LED

Agora vamos entrar no campo da eletrônica. As explicações a partir de agora se tornarão um pouco mais difíceis, e mais interessante! Este projeto mostra como controlar o display LED com transistores.

Este circuito é muito parecido com o do projeto 20 (Ação do Circuito a Transistor). As únicas diferenças são a posição da chave e o valor do resistor. Este projeto utiliza o circuito de base do transistor NPN como uma chave, para controlar o catodo do LED. No projeto 20 nós controlávamos o LED pelo lado do anodo (positivo).

Ambos os transistores deste projeto atuam como chaves. O transistor PNP está sempre habilitado, permitindo que corrente flua do coletor para o emissor, porque uma quantidade suficiente de tensão negativa é aplicada a sua base através de um dos resistores de 10k. O transistor NPN é habilitado quando você fecha a tecla, aplicando-se tensão positiva suficiente a sua base, através de um outro resistor de 10k. Assim, a corrente pode fluir do emissor para o coletor somente quando você fecha a tecla.

Os seguintes princípios básicos são importantes para você relembrar:

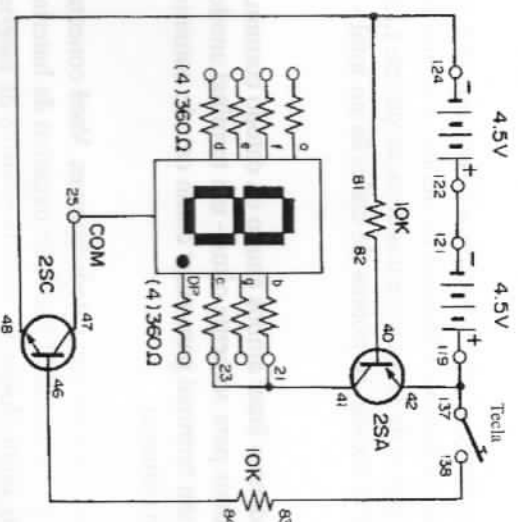
- Um transistor PNP é habilitado quando tensão negativa é aplicada a sua base; a corrente flui do coletor para o emissor.
- Um transistor NPN é habilitado quando tensão positiva é aplicada a sua base; a corrente flui do emissor para o coletor.

Agora que a corrente pode fluir através do transistor NPN, ele pode trafegar pelo caminho completo - desde o lado negativo das baterias, ao transistor NPN, ao terminal catodo comum do display, aos terminais anodo b e c do display, ao transistor PNP, ao lado positivo das baterias - desta forma o display acende.

Acender o LED com ambos os transistores pode não parecer importante agora. Mas para pessoas que projetam complicados circuitos de computadores, é uma

maneira útil de controlar circuitos.

Você notou que os transistores comutam entre ligado e desligado tão rápido quanto você pressiona a tecla? Esta velocidade crescente de comutação permite que computadores efetuem operações muito rapidamente. Os transistores são muitas vezes mais rápidos do que os relés ou chaves operadas manualmente. Mais tarde mostraremos a você como atrasar esta comutação rápida usando outros componentes.



Sequência de cabeamento:

21-23-41, 25-47, 40-82, 119-42-137, 46-84, 124-48-81, 83-138, 121-122.

NOTAS

## 26. TRANSISTOR, CÉLULA CDS E CIRCUITO DISPLAY LED

Este projeto mostra a você como acender o LED usando um transistor e uma célula Cds.

Pense na célula Cds como um resistor que mude a sua resistência com a quantidade de luz que insida sobre ele. No escuro a resistência é muito alta, cerca de 5 mega ohms (5 milhões de ohms); em locais iluminados, diminui para cerca de 100 ohms ou menos.

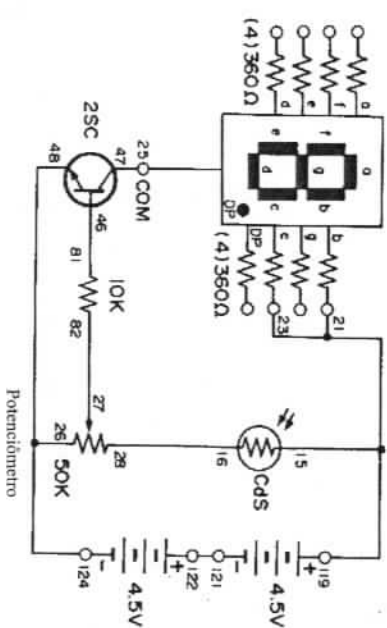
Você pode testar isto facilmente; selecione o seu multímetro para medir resistência e conecte-o a célula Cds. Coloque sua mão ao redor da célula Cds e anote a medida. Agora remova sua mão, e efetue a medida novamente.

Você pode usar um transistor NPN como uma chave. Como vimos no último projeto, ele é habilitado quando uma tensão positiva suficiente é aplicada a sua base. O fluxo parte do terminal positivo da bateria, para a célula Cds, para o potenciômetro, para o resistor de 10k ohm.

A quantidade de tensão aplicada à base é determinada pelo valor total da resistência da célula Cds, do potenciômetro, e do resistor de 10k ohm. A quantidade de luz que atinge a célula e o ajuste do potenciômetro mudam a tensão de base - fazendo-o diminuir ou aumentar o bastante para habilitar o transistor. Use seu multímetro sobre o potenciômetro e tente mudar a posição do potenciômetro enquanto varia a quantidade de luz sobre a célula Cds para verificar a mudança na tensão.

Ajuste o potenciômetro de modo que o transistor seja habilitado e desabilitado quando a luz sobre a célula mude.

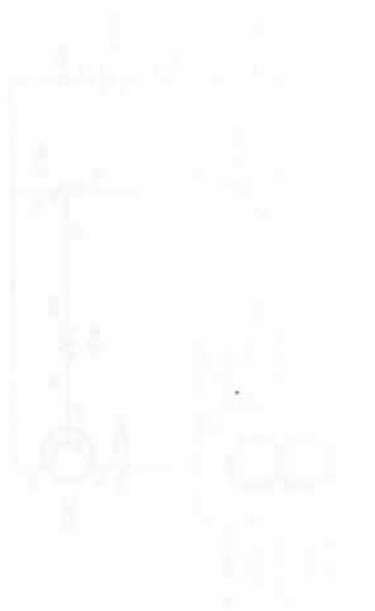
Este circuito mostra 1 sobre luz intensa. Claro, você pode conectar os cabos para mostrar qualquer número que deseje. Nós podemos considerar o 1 como sendo um dígito binário, mostrando nível lógico "alto" (H ou ON), para indicar a presença de luz intensa sobre a célula Cds. Você pode refazer o cabeamento para mostrar um outro caracter para indicar esta condição?



Sequência de cabeamento:

15-21-23-119, 16-28, 25-47, 124-26-48, 27-82, 46-81, 121-122.

NOTAS



#### IV. UMA VIAGEM ATRAVÉS DOS CIRCUITOS DIGITAIS

FIGURA 1

Este diagrama ilustra a implementação de um circuito digital para a adição de dois números binários de 4 bits, A e B. O circuito utiliza uma combinação de portas lógicas básicas, incluindo inversores, portas AND e portas OR, para gerar o resultado da soma. A entrada A é conectada diretamente às portas de entrada. A entrada B é conectada a um inversor, cuja saída é então conectada às portas de entrada. O resultado da soma é exibido na saída do circuito.



## 27. LÓGICA DIODO-TRANSISTOR AND COM DISPLAY LED

Agora vamos dar um passo para dentro do mundo dos circuitos digitais e aprender alguns conceitos básicos. Primeiramente, um circuito digital é um circuito que atua como uma chave para comutar diferentes componentes entre ligado e desligado. Esta seção trabalha com circuitos lógicos a diodo-transistor (DTL - "diode-transistor logic") - circuitos que utilizam diodos e transistores na comutação entre alimentado ou não.

Normalmente não importa o quanto de tensão é aplicada a um circuito digital; o que importa na realidade é se o circuito está alimentado (tensão presente) ou sem alimentação (tensão ausente). Quando o circuito está alimentado, nós descrevemos como nível lógico alto ("high"), ou usamos o número 1 para descrever este estado. Quando o circuito está desalimentado, nós dizemos nível lógico baixo ("low"), ou usamos o número 0.

Primeiramente, você irá aprender sobre circuitos AND. O circuito AND produz uma saída quando todas as conexões dos terminais de entrada estão em nível lógico alto (recebendo tensão).

Monte o circuito de acordo com a sequência de cabeamento abaixo. Então, conecte os terminais A (126) e B (128) aos terminais 119 e 124 em diferentes combinações para fechar o circuito e aprender como o circuito AND trabalha.

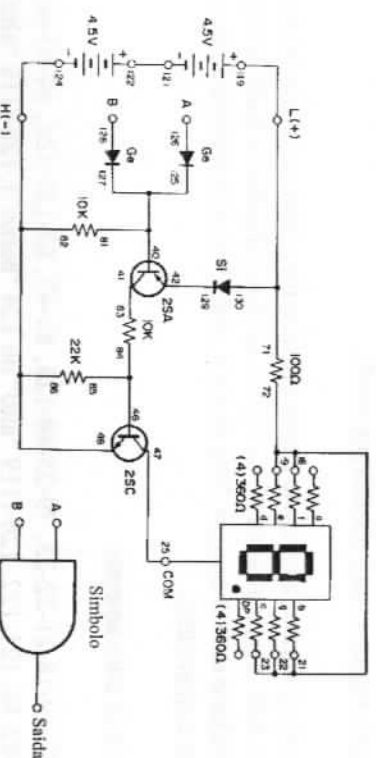
Neste circuito, o terminal 124 proporciona nível lógico alto (tensão) e o terminal 119 proporciona nível lógico baixo (sem tensão). O LED mostra H somente quando você conecte os terminais A e B ao terminal 124 (o terminal com nível alto). Se você conectar o terminal A ou B, ou ambos, ao terminal 119 (o terminal com nível baixo), o LED não deve mostrar nada. Ambos os terminais A e B devem estar em nível lógico alto para a saída combinada (o LED) mostrar H ("high" - alto).

Quando uma das entradas ou ambas estiverem em nível lógico baixo (isto é, o terminal 126 e/ou o terminal 128 são conectados ao terminal 119), tensão positiva é aplicada a base do transistor PNP através do(s) diodo(s) e o transistor PNP mantém-se desabilitado. Como o transistor PNP não completa o circuito, nenhuma corrente

é fornecida à base do transistor NPN e ele também mantém-se desabilitado. O terminal catodo comum não é conectado ao negativo da fonte de alimentação e o LED mantém-se apagado.

Quando ambas as entradas estão em nível lógico alto, ambos os diodos fornecem tensão negativa à base do transistor PNP, assim ele é habilitado. O transistor NPN também é habilitado, e a corrente pode fluir acendendo o LED.

Matemáticos usam o símbolo AB para representar a função AND. No canto inferior direito do esquema você pode ver o símbolo esquemático do circuito AND.



Sequência de cabeamento:

22-23-21-18-19-72, 25-47, 81-40-125-127, 41-83, 42-129, 46-84-85, 86-82-48-124, 71-130-119, 121-122, 126-(119 "alto" ou 124 "baixo"), 128-(119 "alto" ou 124 "baixo").

NOTAS

## 28. LÓGICA DIODO-TRANSISTOR OR COM DISPLAY LED

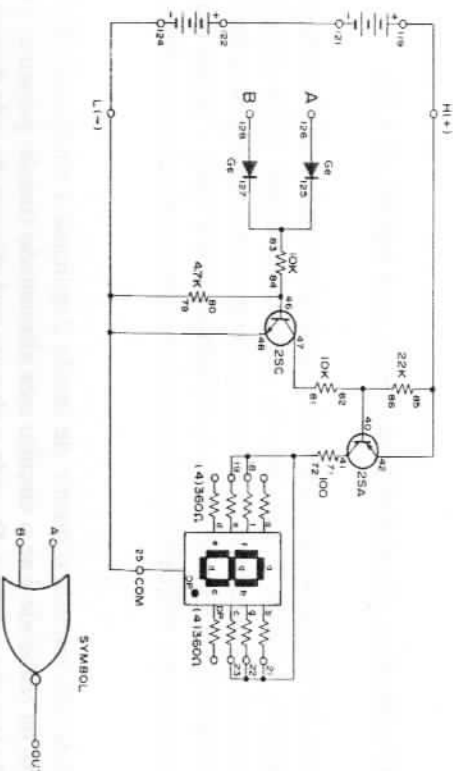
Este próximo circuito é um circuito lógico OR. Você pode adivinhar como este circuito trabalha? Lembre-se que o circuito AND produz nível lógico alto na saída quando ambas as entradas A e B estiverem em nível lógico alto. O circuito OR produz nível lógico alto na saída quando uma das entradas A ou B receber nível lógico alto.

O display mostra H quando você conecta um dos terminais A ou B ao terminal 119 (terminal com nível lógico alto). Tente conectar ambas as entradas ao terminal 119; então, ao terminal 124. O que acontece? A saída está em nível lógico alto quando uma das entradas A ou B ou ambas estiverem conectadas ao nível lógico alto (H). Esta função lógica é simbolizada por A+B.

Este circuito é similar ao projeto anterior, assim não vamos explicar inteiramente a operação dele neste momento. Compare os dois projetos e faça anotações das similaridades e das diferenças. Veja se você pode descobrir o fluxo do circuito pelo diagrama esquemático.

Sequência de cabeamento:

71-41, 72-19-18-21-22-23, 79-25-48-124, 81-47, 83-127-125, 84-80-46, 85-42-119, 86-82-40, 121-122, 126-(119 "alto" ou 124 "baixo"), 128-(119 "alto" ou 124 "baixo").

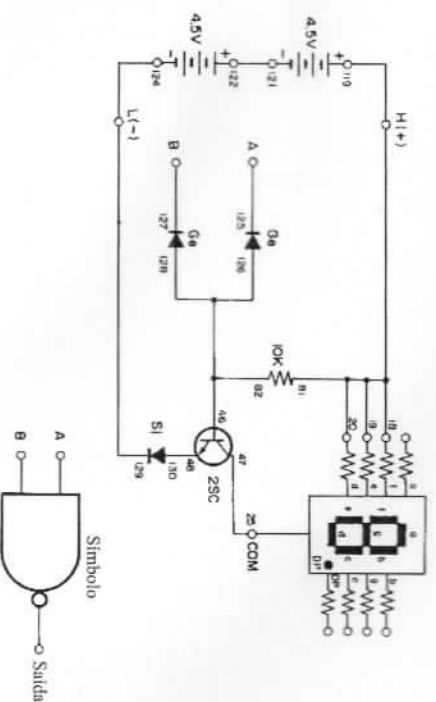


## NOTAS

## 29. LÓGICA DIODO-TRANSISTOR NAND COM DISPLAY LED

Não, você não pode encontrar a palavra NAND em seu dicionário (a menos que seja um dicionário da área de eletrônica ou computação). Este é um termo inventado que significa uma função invertida, ou uma não função AND. Produz uma saída que é exatamente o oposto das condições da saída do circuito AND. A saída NAND está em nível lógico baixo quando ambas as entradas A e B estão em nível lógico alto. E a saída é alta quando uma das entradas ou ambas estiverem em nível lógico baixo. O símbolo lógico parece com o símbolo da função AND, mas com um pequeno círculo na saída. A função é representada por  $\overline{AB}$ .

Quando um dos terminais ou ambos, A e B são conectados ao terminal 124 (o terminal com nível lógico baixo), corrente negativa flui através do(s) diodo(s) e a transistor NPN mantém-se desabilitado. O LED continua apagado. Quando ambas as entradas são conectadas ao terminal 119 (o terminal com nível lógico alto), ambos os diodos permitem que tensão positiva passe através deles. Esta tensão positiva habilita o transistor NPN, assim a corrente flui para acender o L no display.



Sequência de cabeamento:

81-20-19-18-119, 25-47, 82-46-128-126, 48-130, 121-122, 124-129, 125-124 "baixo" ou 119 "alto", 127-(124 "baixo" ou 119 "alto").

### NOTAS

### 30. LÓGICA DIODO-TRANSISTOR OR EXCLUSIVO COM DISPLAY LED

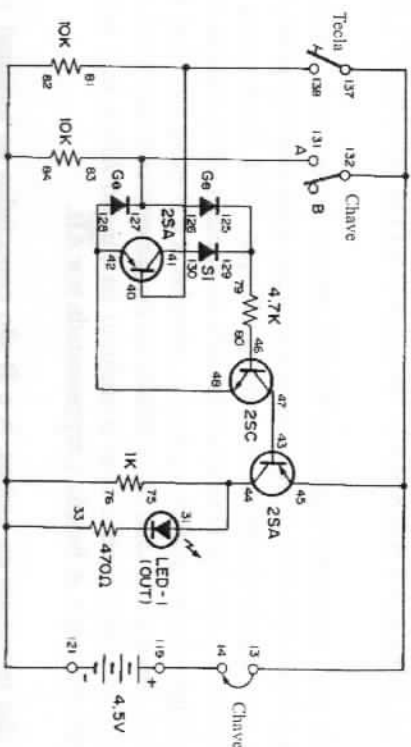
Não se preocupe se você não sabe o que significa “exclusive OR” (OR exclusivo). Um circuito OR exclusivo (abreviado XOR) produz uma saída alta quando apenas uma das entradas está em nível alto.

Assim, você pode ver que o circuito XOR proporciona uma saída baixa se ambas as entradas forem iguais (alto ou baixo). Se as entradas forem diferentes (alto e baixo, ou baixo e alto), então a saída será alta. Este é um circuito útil para se identificar se temos duas entradas iguais ou diferentes.

Antes de completar a montagem deste circuito, esteja seguro de que a chave esteja posicionada em B. Quando você terminar a montagem, conecte os terminais 13 e 14 para ligar a alimentação. Observe o LED1. Agora pressione a tecla para produzir um entrada alta. Houve alguma mudança no LED1? Solte a tecla para fazer com que ambas as entradas estejam em baixo. Agora selecione a chave para a posição A para fazer a entrada passar para o nível alto da chave. O que acontece com o LED1?

Deixe a chave em A e pressione a tecla para fazer com que ambas as entradas estejam em alto. Você pode ver que trata-se de um circuito XOR, duas entradas altas produzem uma saída baixa.

Você pode também construir um circuito XNOR (NOR exclusivo). Nós não vamos construir um aqui, mas você pode imaginar como fazê-lo. Sugestão: É o mesmo que o circuito NOR seguido de cabeamento adicional para inverter o circuito. Não esqueça de fazer as anotações em seu caderno, especialmente se você construir um circuito XNOR.



Sequência de cabeamento:

13-45-132-137, 14-119, 44-31-75, 76-84-82-33-121, 81-40-138, 41-130, 48-42-128, 43-47, 46-80, 79-129-125, 83-126-127-131.

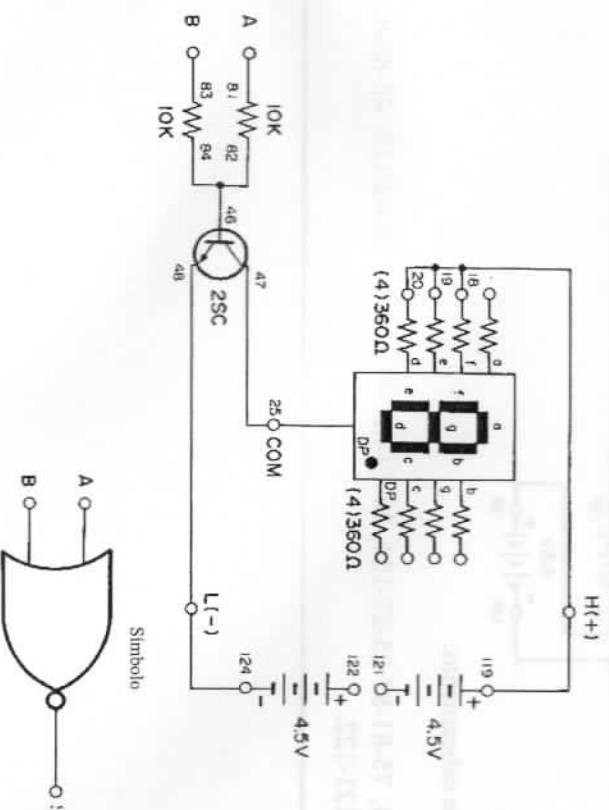
NOTAS



### 31. CIRCUITO NOR A TRANSISTOR COM DISPLAY LED

Agora que já aprendemos como construir e como trabalha um circuito NAND (AND invertido), é fácil determinar o que o circuito NOR (OR invertido) faz. O display mostra L quando uma das entradas A ou B ou ambas são conectadas ao terminal H (119). A saída do circuito é alta somente quando ambas as entradas A e B recebem nível baixo. É o oposto do circuito OR. O símbolo lógico para o circuito NOR é mostrado no esquema. A função é escrita como  $\overline{A+B}$ . O + simboliza o circuito OR e a barra sobre o símbolo indica o circuito invertido.

Quando você conecta um dos terminais A ou B (ou ambos) ao terminal H, o transistor NPN é habilitado, completando o caminho da corrente para o LED. Quando você conecta ambas as entradas A e B ao nível L, o transistor é desabilitado e o LED apaga-se.



Sequência de cabeamento:

18-19-20-119, 25-47, 46-82-84, 48-124, 81-(119 "alto" ou 124 "baixo"), 83-(119 "alto" ou 124 "baixo"), 121-122.

#### NOTAS

### 32. CIRCUITO FLIP-FLOP A TRANSISTOR

O que é um flip-flop? É um tipo de circuito que vai-e-vem entre dois estados (ligado e desligado) em intervalos certos. Ele vai (flip) para um estado, então volta (flop) para um outro, e assim por diante.

Este flip-flop utiliza dois transistores, dois capacitores, e quatro resistores para acender e apagar o LED. Cada transistor está sempre em estado oposto ao outro; quando o transistor Q1 está habilitado, o transistor Q2 está desabilitado; quando Q2 está habilitado, Q1 está desabilitado. Esta mudança entre habilitado e desabilitado (e desabilitado e habilitado) acontece de maneira muito rápida (em microssegundos). Ajuste o potenciômetro e note seu efeito sobre a velocidade com que o LED pisca.

Observe o esquema para ver como este circuito trabalha. Lembre-se que a transistor é habilitado quando uma tensão é aplicada a sua base. As bases dos dois transistores PNP são conectadas ao lado negativo da bateria através de resistores. Você deve pensar que ambos os transistores sempre devem estar habilitados, mas existem dois capacitores conectados às bases para causar o efeito do flip-flop.

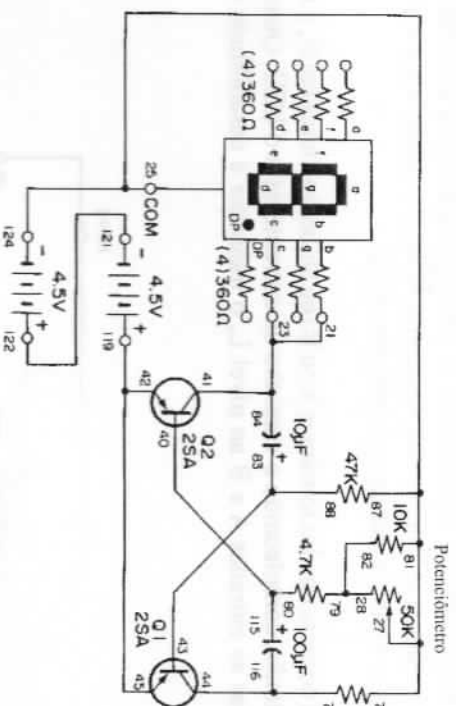
Para explicar o circuito, vamos assumir que o transistor Q1 está desabilitado. O transistor Q2 está habilitado porque o capacitor de  $100\mu\text{F}$  está carregando e descarregando através da sua base. O resistor de  $4,7\text{k}$  e o potenciômetro mantêm o Q2 habilitado após o capacitor de  $100\mu\text{F}$  ter sido descarregado. Agora, o capacitor de  $10\mu\text{F}$  tem recebido uma carga e está descarregando-se através do resistor de  $47\text{k}$ , da bateria, e do transistor Q2. (Lembre-se, quando Q2 está habilitado, isto significa que corrente pode fluir através de seu coletor para seu emissor.) O transistor Q1 mantém-se desabilitado até que a carga do capacitor de  $10\mu\text{F}$  seja suficientemente alta.

Quando a carga ultrapassa um certo ponto, a tensão negativa do resistor de  $47\text{k}$  habilita o transistor Q1. E, quando Q1 é habilitado, o capacitor de  $100\mu\text{F}$  rapidamente começa a carregar-se e leva o transistor Q2 a desabilitar-se. Com Q2 desabilitado, sua tensão de coletor sobe até a tensão de  $9\text{V}$  da bateria e o LED apaga-se. Através da carga rápida do capacitor de  $10\mu\text{F}$ , Q1 torna-se totalmente habilitado. Esta

mudança ocorre muito rapidamente.

Após o tempo de descarga do capacitor de  $100\mu\text{F}$  através de Q2, o circuito volta ao estado original para reiniciar o novo ciclo.

Nós utilizamos este tipo de circuito em vários projetos anteriores. Volte nos projetos e tente encontrá-los.



Sequência de cabeamento:

21-23-41-84, 75-81-87-25-27-124, 28-79-82, 40-115-80, 45-42-119, 43-88-83, 44-116-76, 121-122.

NOTAS

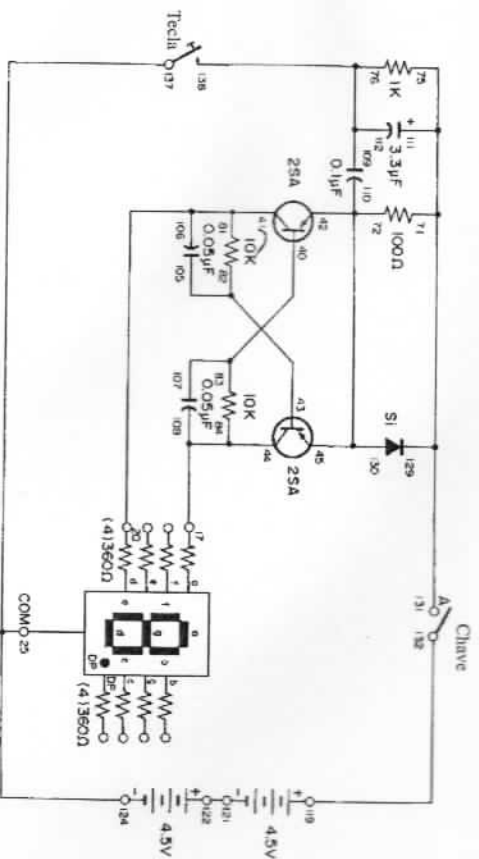


### 33. FLIP-FLOP COM CONTROLE DE COMUTAÇÃO A TRANSISTOR

Uma chave de controle de comutação é uma chave que liga e desliga um circuito. Aqui nós usamos o circuito flip-flop para trabalhar como uma chave controladora de comutação. No projeto anterior, o circuito comutava-se automaticamente. Neste projeto, o circuito não muda de estado a menos que você diga para fazê-lo.

Após completar a montagem, posicione a chave em A. O segmento inferior do LED acende. Agora pressione a tecla. O segmento inferior apaga-se e o segmento superior acende. A cada vez que você pressiona a tecla os segmentos do LED comutam-se (flip-flop).

Quando um transistor está habilitado, o outro está desabilitado; ele mantém-se habilitado (ou desabilitado) até que você ordene que comute. Assim, você pode dizer que os circuitos flip-flop podem armazenar informações. Quando você deixa o circuito em certas condições, esta condição será mantida até que você queira uma mudança. Muitos flip-flops que são controlados por sinais únicos de comutação podem armazenar muitas informações. Esta é a maneira como os computadores podem armazenar tantas informações.



Sequência de cabeamento:

84-108-44-17, 81-106-41-20, 25-124-137, 40-107-83, 42-45-130-110-72, 43-105-82, 71-75-111-131-129, 76-109-112-138, 119-132, 121-122.

NOTAS

## V. MAIS AVENTURAS COM CIRCUITOS DIGITAIS



### 34. PORTA BUFFER A LÓGICA TRANSISTOR-TRANSISTOR

Você já imaginou o que acontece quando você começa a adicionar circuitos digitais uns aos outros, usando a saída de um como entrada de outro? Quando você construir este projeto você encontrará a resposta.

Um dos circuitos integrados contidos neste kit é o CI que contém quatro portas NAND de duas entradas. Você provavelmente não está familiarizado com algumas destas palavras. CI é a abreviatura de circuito integrado. O circuito integrado contém muitos transistores, diodos e resistores em um pequeno pacote (ou empacotamento).

Neste CI existem quatro conjuntos de circuitos porta NAND separados, cada um recebendo duas entradas. Cada porta NAND tem dois terminais de entrada. Nós temos usado somente circuitos lógicos com duas entradas, mas alguns circuitos têm mais de duas entradas.

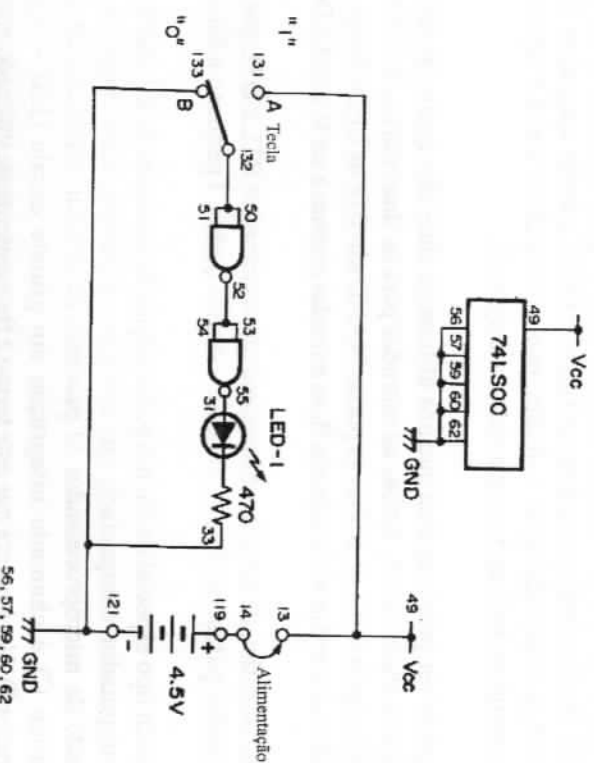
Finalmente, este circuito é chamado porta porque esta é sua entrada para o mundo digital (apenas uma brincadeira). Na realidade, uma porta é um circuito que tem mais que uma entrada e apenas uma saída. Sua saída não é energizada até que suas entradas encontrem uma certa combinação de condições. Nós utilizaremos estes componentes úteis em outros circuitos digitais em outros projetos.

Este circuito porta é chamado de "buffer" porque ele é utilizado para manter duas partes de um dispositivo isoladas uma da outra.

Refira-se ao esquema assim que construir o projeto. Nós pegamos a saída de uma das portas NAND, e a utilizamos em ambas as entradas do segundo (note que as duas entradas para ambas as portas NANDs são sempre iguais). Com o que sabemos sobre NANDs, o que você acha que acontece se a entrada do primeiro NAND é 1? Se a primeira entrada é 0? Tente imaginar antes de simular no próprio circuito.

Antes de completar a montagem, posicione a chave em B. Conecte os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito. O que acontece com o LED1? Agora posicione a chave para A. O LED1 acende.

Como você deve ter imaginado, 1 é a entrada quando a chave está posicionada em A, e 0 quando posicionada em B. Quando a entrada do primeiro NAND é 1, sua saída é 0. Mas a saída 0 do primeiro NAND é a entrada do segundo. A entrada 0 do segundo faz com sua saída seja 1, acendendo o LED.



Sequência de cabeamento:

13-49-131, 14-119, 31-55, 33-56-57-59-60-62-133-121, 50-51-132, 52-53-54, 13-14 (Alimentação).

#### NOTAS

### 35. PORTA INVERSORA TTL

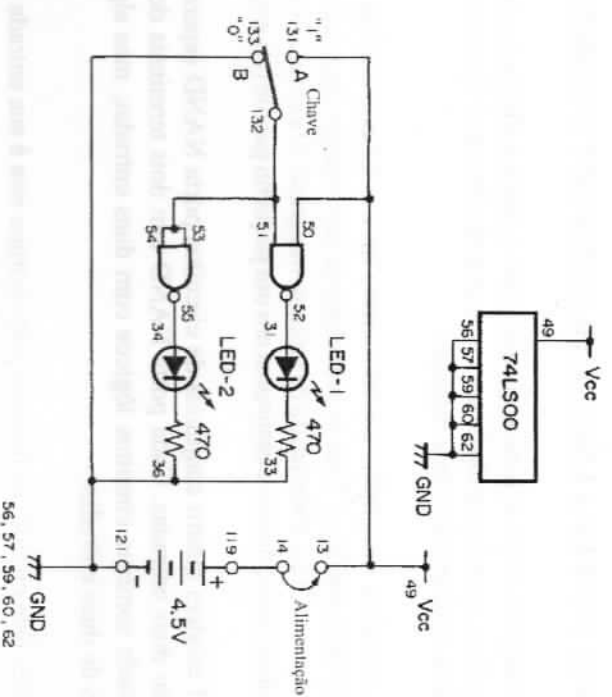
Um inversor é um circuito que tem a saída oposta a entrada. Se a entrada é 1 (alto), então a saída é 0 (baixo). Se a entrada é 0, então a saída é 1.

Posicione a chave em A antes de finalizar a montagem. Então, conecte os terminais 13 e 14. Você notará que ambos os LEDs e LED2 estarão apagados. Desde que a saída é 0, a entrada deve ser 1. Agora, posicione a chave em B e veja se ambos os LEDs acendem indicando que a entrada é agora 0.

Você pode ver pelo esquema que nós utilizamos duas das quatro portas NAND do CI. Com a chave em A, ambas as entradas para as duas portas NAND são 1. Isto significa que a saída de ambas as portas NAND são 0 (e os LEDs ficam apagados). Quando a chave é posicionada em B, as entradas passam a ser 0, e os LEDs acendem.

Uma coisa difícil de acreditar é imaginar que os circuitos RTL e DTL que utilizamos em projetos passados, foram colocados dentro deste CI pequeno e fino.

Existe um tipo especial de CI, um pouco maior do que estes do kit, que é na verdade um computador compactado em tamanho miniatura. Este mini-computador é chamado de microprocessador. O processo de colocar vários circuitos dentro de um único CI é chamado integração em grande escala (LSI - "Large-Scale Integration"). Você notará que este termo é frequentemente utilizado para descrever os CIs.



Sequência de cabeamento:

13-49-50-131, 14-119, 31-52, 36-33-56-57-59-60-62-133-121, 34-55, 51-53-54-132, 13-14 (Alimentação).

NOTAS

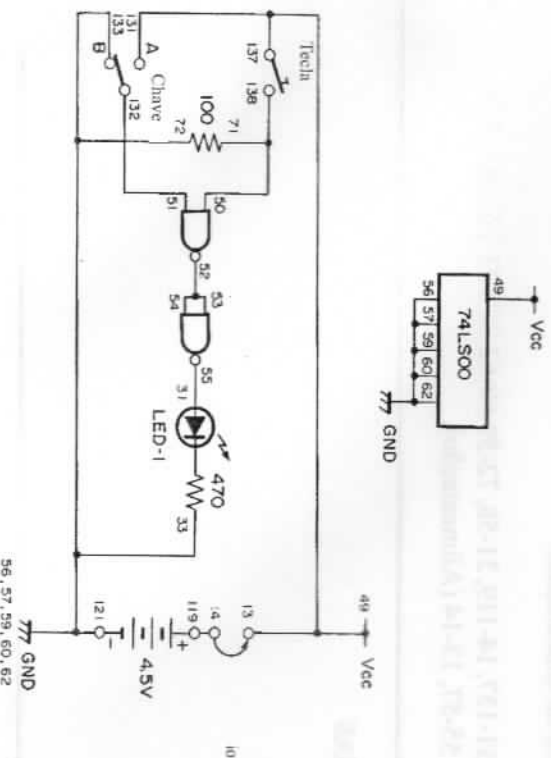
### 36. PORTA AND TTL

Você pode imaginar como construir uma porta AND usando as portas NAND do seu kit? Vamos montar a experiência para descobrir como.

Deixe a chave em B ao construir este circuito. Quando você tiver terminado, conecte os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito. Pressione a tecla. O que o LED faz? Agora posicione a chave em A e pressione novamente a tecla. Há alguma mudança no LED?

Como você vê, pressionando-se a tecla e posicionando-se a chave em A, as entradas são colocadas em 1, levando a saída global para 1. Você pode seguir a entrada 1 através do circuito e chegar a saída 1? Tente isto - e não dê uma olhada na resposta antes da tentativa.

Ele trabalha desta maneira - cada entrada 1 vai para a primeira porta NAND. Isto leva sua saída para 0. Esta saída 0 é usada em ambas as entradas do segundo NAND. As entradas 0 do segundo NAND levam sua saída para 1, e o LED acende. Assim, as duas portas NAND formam a porta AND.



Sequência de cabeamento:

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-56-57-59-60-62-33-133-121, 50-71-138, 51-132, 52-53-54, 13-14 (Alimentação).

### NOTAS

### 37. PORTA OR TTL

Uma das coisas boas deste CI de quatro portas NAND de duas entradas é que podemos combiná-las de maneira a obter outros circuitos lógicos. Os dois últimos projetos mostraram que podemos utilizá-las para construir outros circuitos lógicos. Este projeto mostrará como construir uma porta OR a partir das portas NAND.

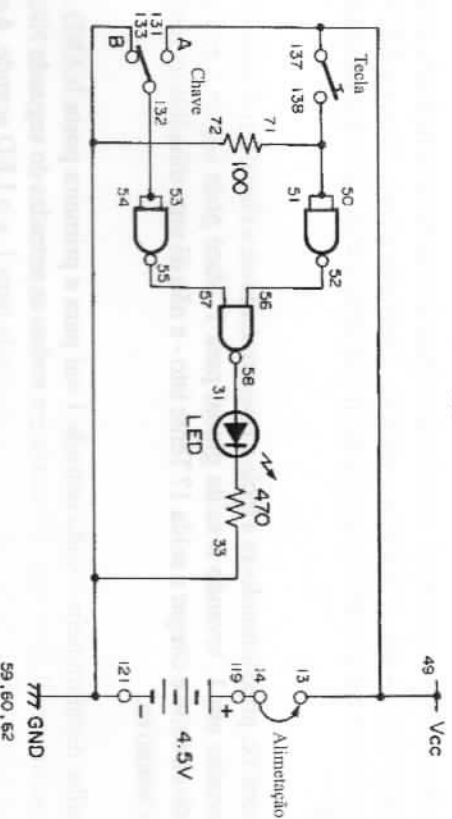
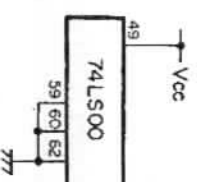
Observe o esquema deste projeto - você pode adivinhar o que acontece na saída para as eventuais entradas? (Com certeza você pode, é só tentar.)

Durante a montagem deste projeto, mantenha a chave em B. Quando terminar a montagem, conecte os terminais 13 e 14. Agora pressione a tecla. O que acontece com o LED1? Solte a tecla e mude a chave para A. O que acontece com o LED1 agora? Mantenha a chave em A e pressione a tecla novamente. Ocorre alguma mudança no LED1?

Você percebeu que de fato este circuito comporta-se como as outras portas OR que já trabalhamos. Se pelo menos uma das entradas for 1, a saída para o LED é 1. Já descobriu como são tratados os sinais desde a entrada até a saída? A resposta está no parágrafo seguinte, mas não se apresse em lê-la, tente descobrir.

Vamos dizer que você pressionou a tecla com a chave em B. Isto faz com que ambas as entradas da porta NAND, próxima a tecla, sejam 1, levando a sua saída a ser 0. Esta saída 0 é uma das entradas da porta NAND controladora do LED. Considerando que a saída da porta NAND é 0 somente quando todas as entradas são 1, a entrada 0 é suficiente para que a saída da porta NAND seja 1 e acenda o LED.

Nós podemos construir portas AND, NOR, XOR, e NAND usando este CI de quatro portas de duas entradas. Você pode prever como devemos conectar as portas NAND do CI para construirmos estes outros circuitos lógicos? Faça sua melhor tentativa e não esqueça das anotações - porque logo iremos descobrir como montá-los.



Sequência de cabeamento:

13-49-131-137, 14-119, 31-58, 72-59-60-62-33-133-121, 50-51-71-138, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (Alimentação).

NOTAS



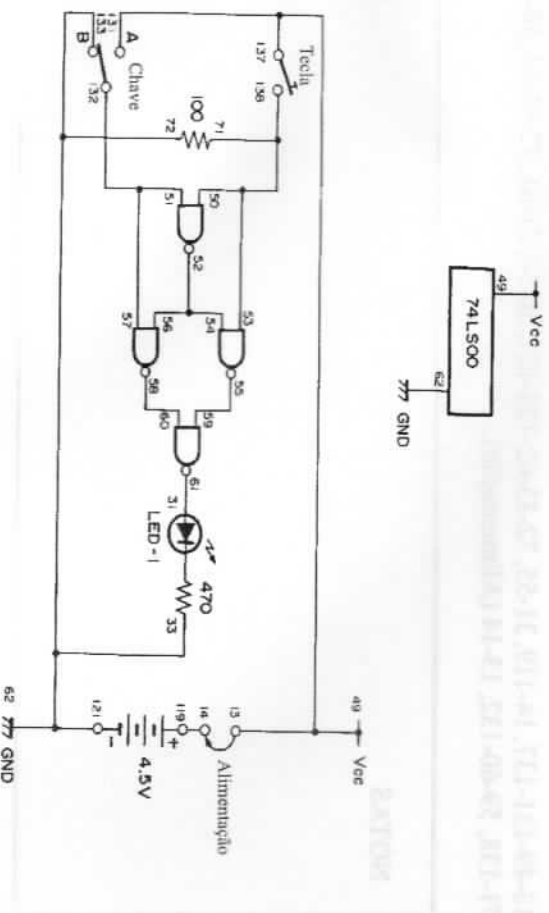
### 38. PORTA OR EXCLUSIVO TTL

Desde que fomos capazes de construir outros circuitos digitais com a combinação de portas NAND, faz sentido imaginar que podemos construir também portas XOR. Nós realmente podemos, e este circuito mostrará isto.

Posicione a chave em B antes de completar a montagem. Após terminar o cabeamento, conecte os terminais 13 e 14. Pressione a tecla - aconteceu alguma coisa com o LED? Agora solte a tecla e posicione a chave em A. O que acontece com o LED? Deixe a chave em A e pressione a tecla. O que acontece com o LED agora?

A saída é 1 quando as entradas forem diferentes. Se ambas as entradas forem iguais - 0 ou 1 - a saída da porta XOR é 0.

Tente seguir cada 0 ou 1 na entrada através do circuito até encontrar a saída. Uma maneira de facilitar isto é você marcar com 0 e 1, no esquema, as entradas e saídas de cada porta NAND.



Sequência de cabeamento:

13-49-131-137, 14-119, 31-61, 72-62-33-133-121, 71-50-53-138, 57-51-132, 54-52-56, 55-59, 58-60, 13-14 (Alimentação).

### NOTAS

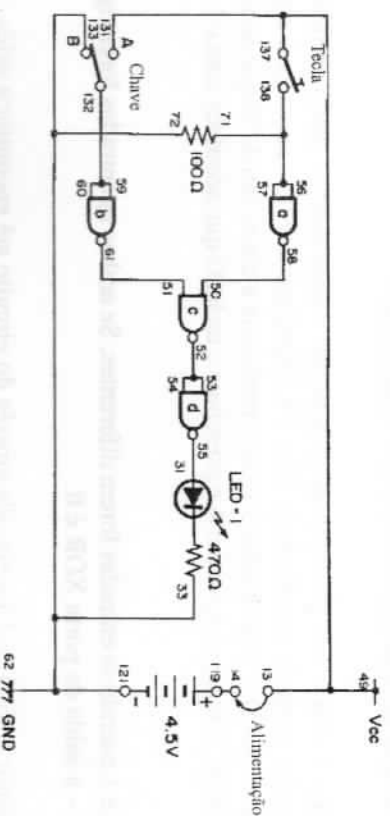
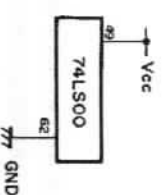
### 39. PORTA NOR TTL

Tente marcar com 0 e 1 as entradas no esquema como nos projetos anteriores e veja como este circuito chega ao 0 ou 1 na saída. Boa sorte, e tente não olhar as respostas de imediato.

Durante a montagem do projeto, mantenha a chave na posição B. Quando completar o cabeamento, conecte os terminais 13 e 14. Pressione a tecla. Há alguma mudança no LED1? Solte a tecla e posicione a chave em A. O que acontece com o LED1? Deixe a chave em A e pressione a tecla. Alguma coisa diferente aconteceu?

Como você pode ver, este projeto comporta-se como as outras portas NOR construídas por nós. Ambas as portas NAND marcadas a e b tem 1 nas entradas. Então, cada um tem 0 na saída. Suas saídas são usadas como entradas para a porta NAND c. A saída da porta NAND c é 1 quando uma ou ambas as entradas forem 0. Esta saída 1 é usada como entrada da próxima porta levando a saída desta para 0. Assim o LED1 não acende.

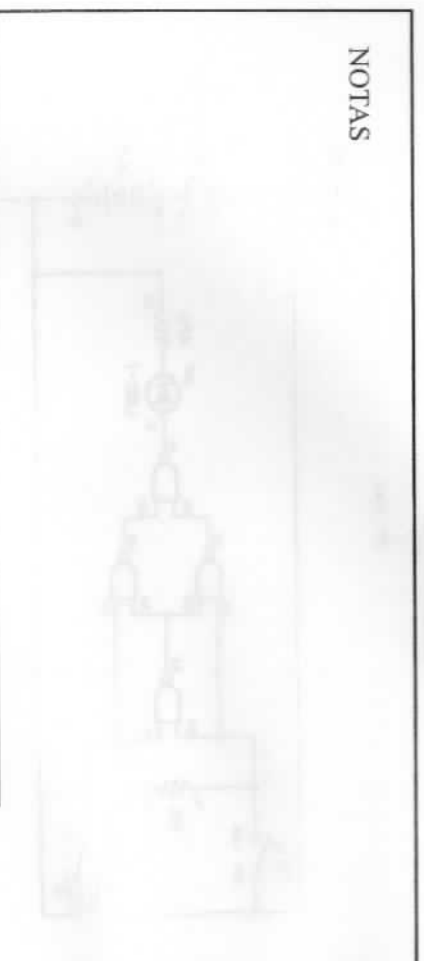
Como você pode ver, uma porta NOR tem 1 na saída somente quando ambas as entradas forem 0 - isto é, quando a chave é posicionada em B e a tecla não for pressionada.



Sequência de cabeamento:

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-33-62-133-121, 50-58, 51-61, 52-53-54, 56-57-71-138, 59-60-132, 13-14 (Alimentação).

NOTAS



#### 40. PORTA AND DE TRÊS ENTRADAS TTL

Embora nós tenhamos utilizado apenas circuitos digitais com apenas duas entradas, o que não significa que não podemos ter mais de duas entradas. Aqui está uma porta AND TTL que tem três entradas. Tente usar o esquema para determinar como as três entradas podem produzir saída 1.

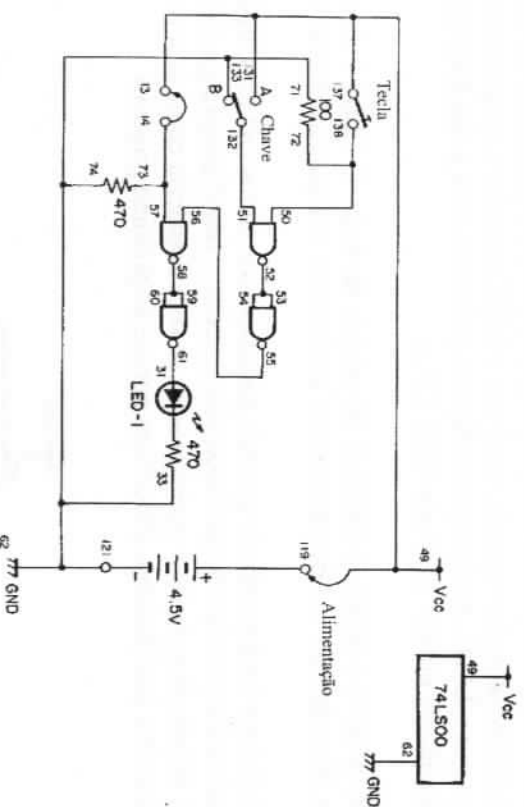
Você notará que vamos fazer coisas um pouco diferente desta vez - os terminais 13 e 14 transformam-se em sinais de entrada. Conectando-se os dois terminais produzimos uma entrada 1 e desconectando-os produzimos entrada 0. Você "liga" este projeto conectando-se os terminais 119 e 137.

Você sabe como as portas AND trabalham, portanto não entraremos em detalhes. Você pode observar o esquema e descobrir as conexões da chave, a tecla, e os terminais 13 e 14 que irão produzir saída 0? Tente descobrir, e então continue a leitura para verificar que você estava certo.

Aqui está como o circuito trabalha; a tecla e a chave são ambas conectadas a uma porta NAND. Quando cada uma delas proporcionam entrada 1, a porta NAND tem saída 0. Esta saída 0 serve de entrada para uma outra porta NAND, levando a saída deste para 1.

Esta saída 1 alimenta uma outra porta NAND (veja no esquema). Esta é uma das entradas, a outra depende da conexão dos terminais 13 e 14. Quando ambas as entradas são 1, a saída é 0. Esta saída é usada em ambas as entradas da última porta NAND, levando sua saída para 1, e o LED acende.

Parece fácil, não é? Acredite ou não, mesmo os complexos computadores operam usando os mesmos princípios básicos que estamos utilizando nos circuitos deste kit.



Sequência de cabeamento:

13-49-131-137, 14-73-57, 31-61, 74-71-62-33-121-133, 50-72-138, 51-132, 52-53-54, 55-56, 58-59-60, 119-137 (Alimentação).

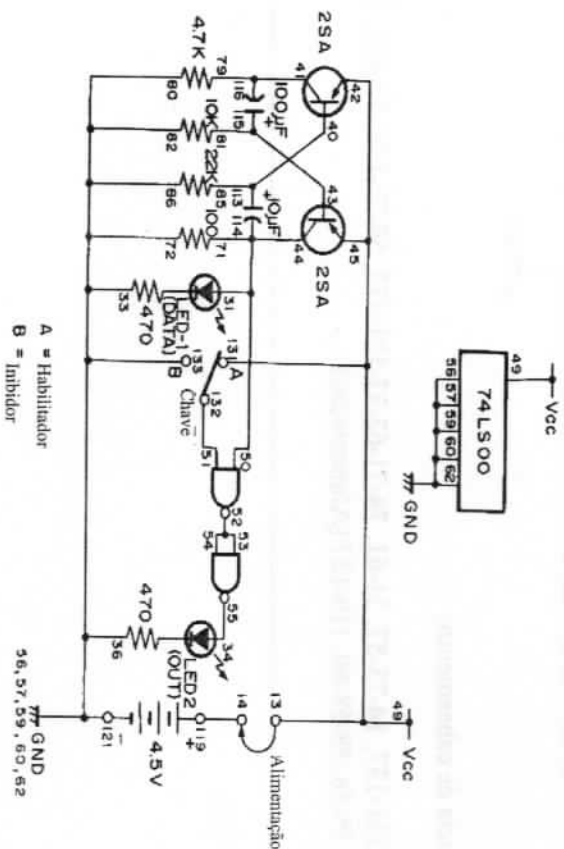
NOTAS

#### 41. CIRCUITO HABILITADOR AND TTL

Posicionando a chave em B, bloqueia-se o canal do LED1 para LED2. Mas quando você posicionar a chave em A, você verá o LED2 acender e apagar-se ao mesmo tempo que o LED1. As duas portas NAND produzem uma porta AND (lembre-se do circuito do projeto 36 (Porta AND TTL)).

Neste circuito, o LED1 é chamado de entrada de dado. O LED2 é chamado de saída. Estes termos são frequentemente usados com circuitos habilitadores.

Você já deve ter desconfiado que nós podemos usar outros circuitos digitais para realizar as funções de habilitar. Você pode descobrir como? Esteja seguro de manter notas de suas descobertas, especialmente se você descobriu como usar portas OR em circuitos habilitadores. (Você verá porque no próximo projeto.)



Sequência de cabeamento:

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-55, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 52-53-54, 13-14 (Alimentação).

#### NOTAS

## 42. CIRCUITO HABILITADOR OR TTL

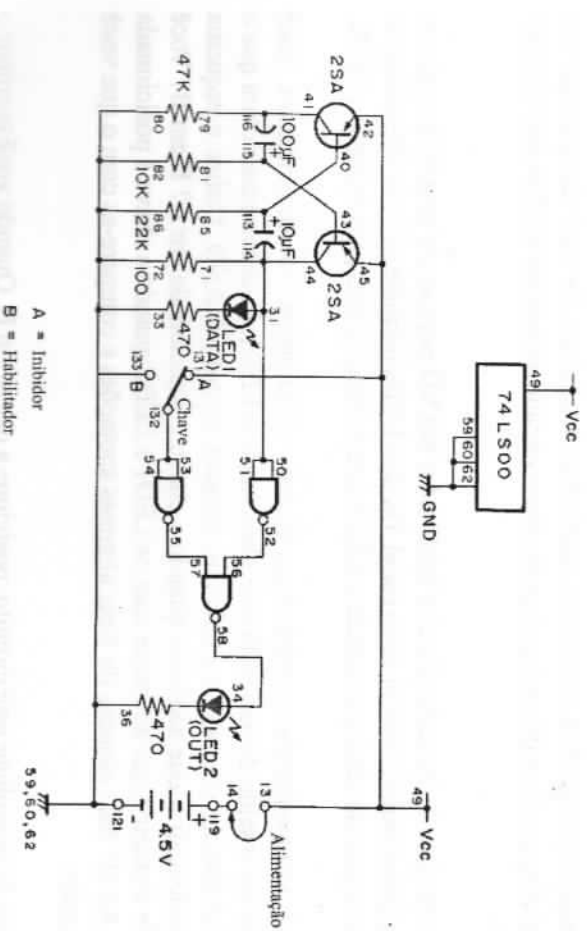
Você já descobriu como construir um circuito habilitador usando porta OR? Caso já tenha descoberto, aqui está uma chance de comparar seu projeto com este que vamos construir.

Como no último projeto, um multivibrador proporciona entrada para a porta OR neste circuito. Você pode ver a saída da porta OR quando você olhar o LED1 - ele acende e apaga de acordo com a saída do multivibrador. Você pode dizer o que acontece, uma vez que a entrada do multivibrador é aplicada a porta OR, observando o esquema? Dê um palpite antes de construir o circuito.

Antes de completar o circuito, posicione a chave em A ao invés da posição B como você fez no projeto anterior. Após terminar o cabeamento, conecte os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito. O que acontece com o LED1? E com o LED2? Agora posicione a chave em B. O que acontece com os LEDs 1 e 2 agora?

Nós simplificamos o circuito dizendo que posicionando a chave em A, bloqueia-se o fluxo de dados do LED1 para o LED2. (Isto é chamado de estado inibidor.) Mas quando a chave está em B, os dados podem fluir do LED1 para o LED2. Isto é chamado estado habilitador.

Este é o segundo circuito na família dos circuitos habilitadores, então não mostraremos mais como ele trabalha. Tente seguir o fluxo operacional no esquema.



Sequência de cabeamento:

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-51-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-36-121-133, 34-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (Alimentação).

NOTAS

### 43. CIRCUITO HABILITADOR NAND TTL

Portas NAND podem atuar como sentinelas eletrônicas. Se você não quer que um sinal chegue a uma determinada parte de um circuito, uma porta NAND pode garantir isto.

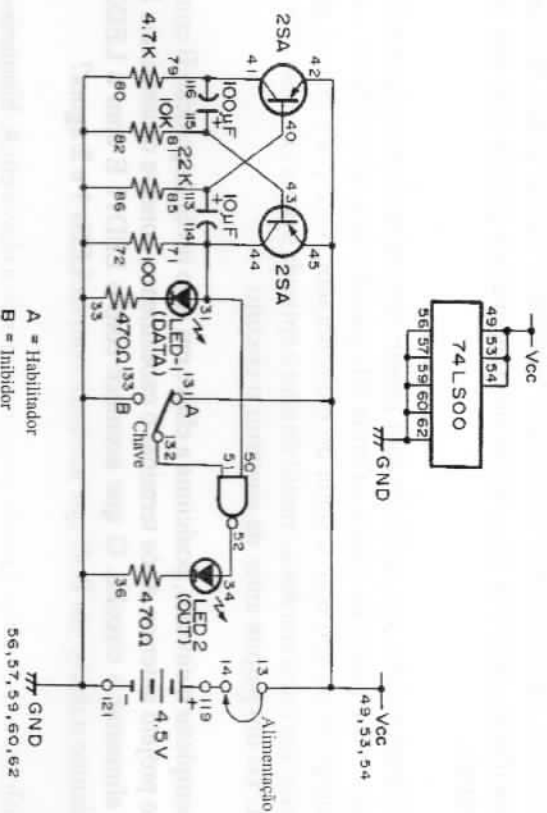
Este projeto é chamado circuito habilitador NAND porque ele possibilita que um sinal passe através de um certo canal. Os dois LEDs permitem a você identificar se a passagem do sinal que acende o LED1 é permitida ou não, para acender o LED2.

Você provavelmente reconhece um circuito no esquema - o multivibrador. Você pode ver a saída do multivibrador observando o LED1. Você também notará que o multivibrador proporciona uma das entradas da porta NAND. Utilize o esquema para deduzir o que acontece quando a chave é posicionada em A? E em B? Você pode deduzir o que acontece com os LED1 e LED2 quando a chave é posicionada em A e B? Não esqueça de fazer algumas anotações e compará-las com o que você aprender.

Antes de completar este circuito, posicione a chave em B. Quando você terminar o cabeamento, conecte os terminais 13 e 14 e olhe para os LED1 e LED2. Você verá o LED1 piscar indicando a saída do multivibrador. Mas olhe também para o LED2. Você notará que está aceso continuamente, indicando que alguma coisa está impedindo que o sinal do LED1 alcance o LED2. Agora posicione a chave em A e observe o LED1. O que está acontecendo? A mesma coisa está acontecendo com ambos os LEDs?

Você pode notar que os LED1 e LED2 acendem-se e apagam-se. Isto porque você fez com uma das duas entradas da porta NAND seja igual a 1 quando a chave é posicionada em A. O multivibrador envia um sinal 0 e 1 para a outra entrada da porta NAND. Quando a saída do multivibrador é 1, o LED1 acende, mas devido ao fato das duas entradas serem 1, a saída é 0, e o LED2 é apagado. Quando a saída do multivibrador é 0, o LED1 apaga-se. Como uma das entradas da porta NAND é 0, sua saída vai para 1, acendendo o LED2. Tente descobrir o que acontece quando a chave é posicionada em B - por que o LED2 está sempre aceso. Sugestão: com a chave em B, uma entrada 0 é fornecida à porta NAND.

Agora, você conseguiu descobrir todo o funcionamento antes de testar o circuito na prática? Nós esperamos que sim.



Sequência de cabeamento:

13-49-53-54-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-52, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 13-14 (Alimentação).

NOTAS



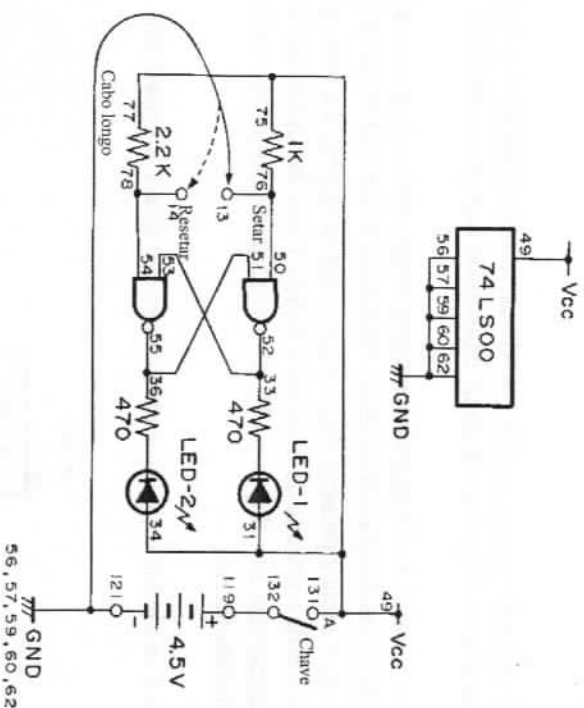
#### 44. FLIP-FLOP R-S TTL

Como mencionamos anteriormente, os circuitos flip-flop são circuitos que alternam-se entre dois estados. Engenheiros frequentemente utilizam circuitos flip-flop para chavear entre saídas alta (1) e baixa (0). Quando a saída é 1 ou ligada, nós dizemos que o circuito está setado para o estado (S). Quando ele está em 0 ou desligado, nós dizemos que está resetado (R). Isto explica de onde foi tirado o nome flip-flop R-S.

Após terminar o cabeamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito. Ambos os LEDs devem acender. Pegue o cabo longo conectado ao terminal 56 e toque aos terminais 13 e 14 alternadamente. O que acontece com os LED1 e LED2?

Quando o LED2 acende, o flip-flop R-S é setado para o estado (S). Quando o LED1 acende, o flip-flop R-S é resetado (R). Após você setar e resetar o flip-flop, remova o cabo longo do circuito e veja o que acontece.

Agora você pode ver umas das características mais importantes do flip-flop R-S. Uma vez que o circuito é setado ou resetado, o circuito mantém-se neste estado até que um sinal de entrada provoque uma mudança. Isto significa que o flip-flop R-S pode armazenar (ou guardar) informações. Computadores avançados utilizam circuitos similares para armazenar informações também.



Sequência de cabeamento:

77-75-49-31-34-131, 33-53-52, 36-55-51, 50-76-13 (Setar), 54-78-14 (Resetar), 121-62-60-59-57-56-Cabo Longo, 119-132.

NOTAS



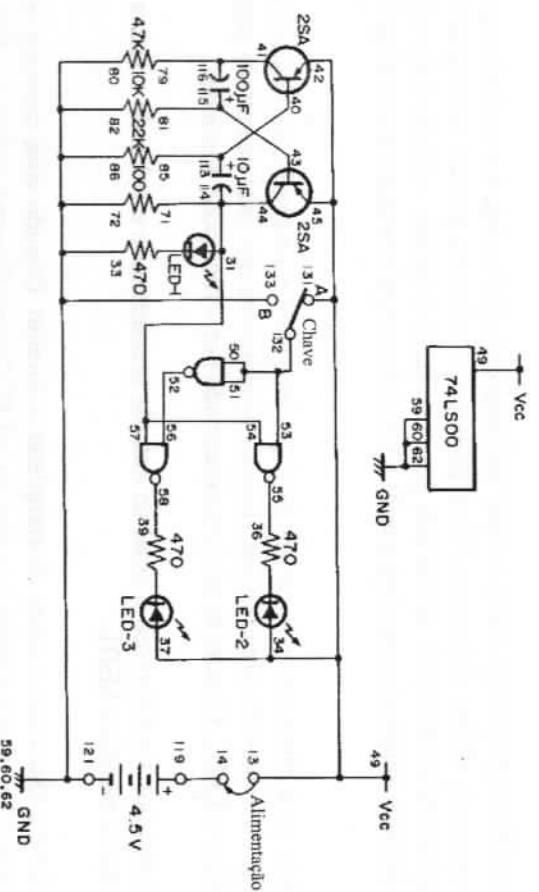
#### 46. SELETOR DE LINHA TTL

Não é difícil imaginar situações onde nós queiramos enviar dados de entrada para duas ou mais saídas diferentes. Este projeto mostra como nós podemos usar uma rede de portas NAND para ajudar-nos nisto.

Você pode ver que utilizamos um multivibrador e três portas NAND neste circuito. Você pode deixar a chave em qualquer uma das posições, A ou B quando for construir o circuito. Quando você conectar os terminais 13 e 14, você verá que o LED1 pisca. Se a chave estiver posicionada em A, o LED2 pisca também. Se a chave estiver em B, o LED3 é que pisca.

Como pode ver no esquema, posicionando a chave em A ou B, você controla a entrada para duas portas NAND que acendem o LED2 e o LED3. Com a chave em A, o NAND controlador do LED2 recebe uma entrada fixa em 1. A saída do multivibrador fornece a outra entrada. Como a saída do multivibrador alterna-se entre 1 e 0, a saída do NAND controlador do LED2 também alterna-se entre 1 e 0.

O oposto acontece quando você posiciona a chave em B. Agora, o NAND controlador do LED3 recebe uma entrada fixa em 1. Assim o LED3 acende e apaga de acordo com a entrada fornecida pelo multivibrador.



Sequência de cabeamento:

13-49-34-37-42-45-131, 14-119, 71-57-54-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-121-133, 36-55, 39-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 50-51-53-132, 52-56, 13-14 (Alimentação).

#### NOTAS

## 47. SELETOR DE DADOS TTL

Nosso último projeto permitiu a você ver como um dado pode ser enviado para duas ou mais saídas diferentes. Você pode provavelmente pensar em algumas situações onde você pode querer (ou precisar) fazer o oposto - enviar dados de duas ou mais fontes para uma única saída. O circuito a seguir mostra como conseguir isto.

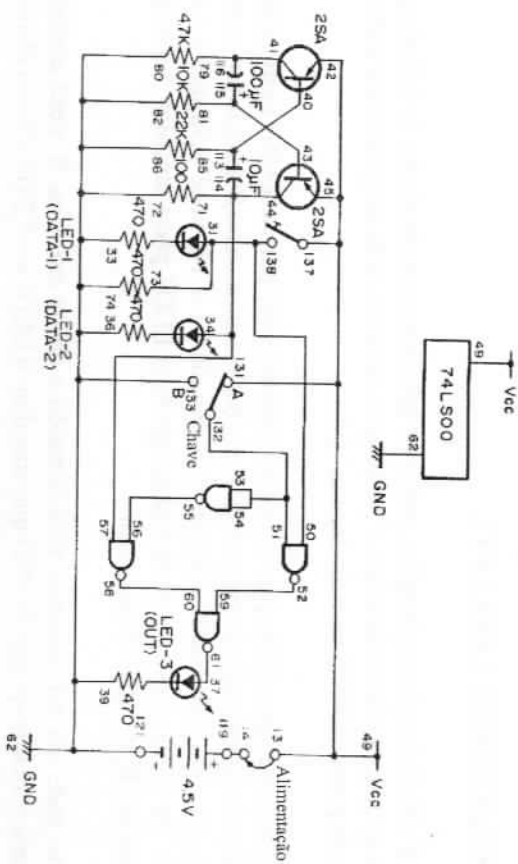
Quando você olhar para o esquema deste projeto, você encontrará duas fontes de entrada diferentes. O circuito multivibrador proporciona um sinal de entrada para controlar o LED2. O outro sinal é providenciado por - você pode adivinhar?

Você mesmo! Você fornece o sinal de entrada pressionando e soltando a chave. Esta ação controla o LED1.

Posicione a chave em A antes de completar o circuito. Quando você conectar os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito, o LED2 pisca. Observe ambos os LED1 e LED3. Acontece alguma coisa? Agora pressione a tecla e veja o que acontece com os LED1 e LED3. O LED3 acende e apaga-se ao mesmo tempo que o LED1. Agora posicione a chave em B. O LED3 pisca de acordo com a sequência do LED2. Você pode usar ambas as fontes como entrada para determinar a saída do LED3.

Agora use sua inteligência e tente seguir a entrada desde o multivibrador, passando pela tecla, pela chave até chegar ao LED. Marque com 1 ou 0 cada um dos terminais dos NANDs para ver os diferentes valores de entrada.

Computadores e outros avançados circuitos digitais utilizam versões mais complexas deste circuito. Como você provavelmente já suspeitou, comutação de um canal de entrada para outro é feito eletronicamente em muitos casos.

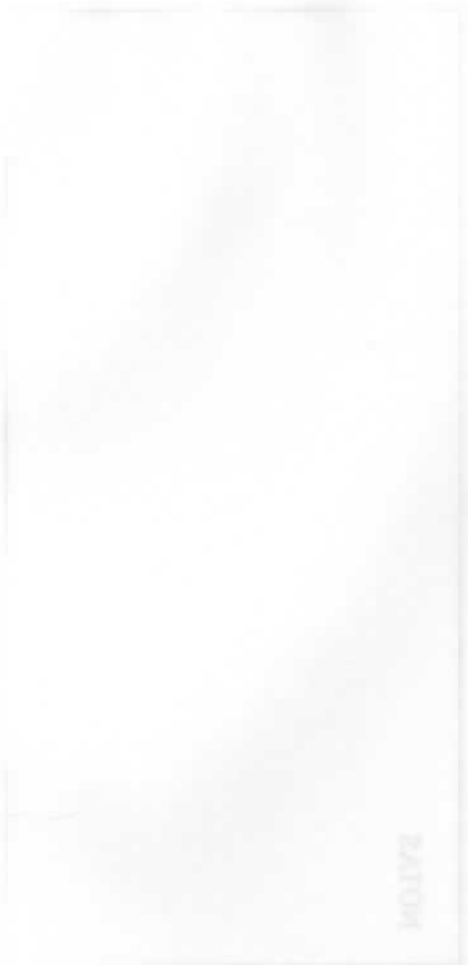


Sequência de cabeamento:

13-49-42-45-131-137, 14-119, 73-50-31-138, 86-82-74-72-80-62-33-36-39-121-133, 71-57-34-44-114, 37-61, 40-113-85, 41-116-79, 51-53-54-132, 43-115-81, 52-59, 55-56, 58-60, 13-14 (Alimentação).

NOTAS

## VI. O MUNDO DA LÓGICA TRANSISTOR-TRANSISTOR



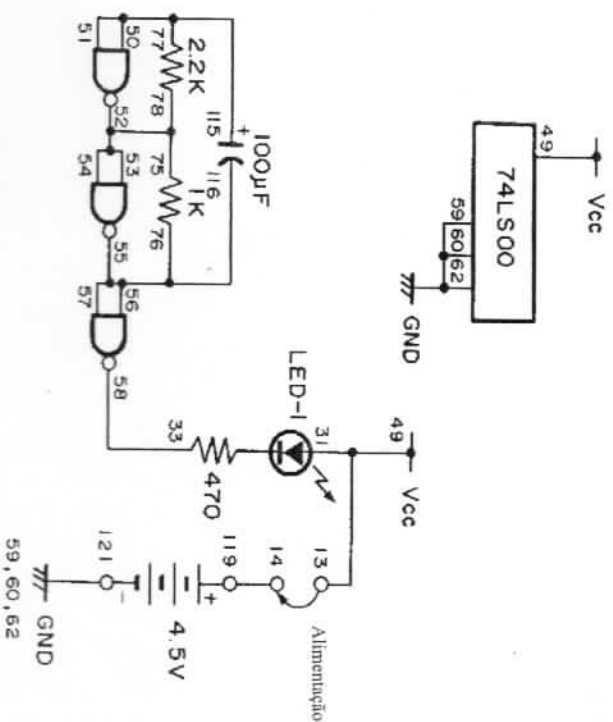
#### 48. MULTIVIBRADOR ASTÁVEL TTL

Até mesmo circuitos multivibradores podem ser construídos com portas NANDs. Este projeto é um exemplo de um multivibrador astável - você pode adivinhar o que astável significa? Tente adivinhar, e após o final deste projeto veja se acertou.

Conecte os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito. Você notará que o LED1 acenderá. Astável significa que a saída do multivibrador mantém-se comutando entre 0 e 1 (não é estável). Como você se lembra, a maioria dos multivibrador que você construiu efetuam a mesma função.

Você não deve ter muita dificuldade para descobrir como este particular circuito trabalha. O capacitor de  $100\mu\text{F}$  possibilita isto. Tente utilizar outros capacitores eletrolíticos no lugar do capacitor de  $100\mu\text{F}$  e veja qual o efeito sobre o LED1. (Assegure-se de utilizar a polaridade correta.)

Agora você pode ver porque os CIs portas NAND são tão úteis. O CI com quatro portas NAND de duas entradas de seu kit é um dos componentes eletrônicos mais utilizados no mundo. Ele pode ser aplicado em muitos circuitos diferentes. (Você pode provavelmente imaginar vários deles.)



Sequência de cabeamento:

13-49-31, 14-119, 33-58, 50-51-77-115, 54-53-52-75-78, 55-56-57-76-116, 59-60-62-121, 13-14 (Alimentação).

NOTAS

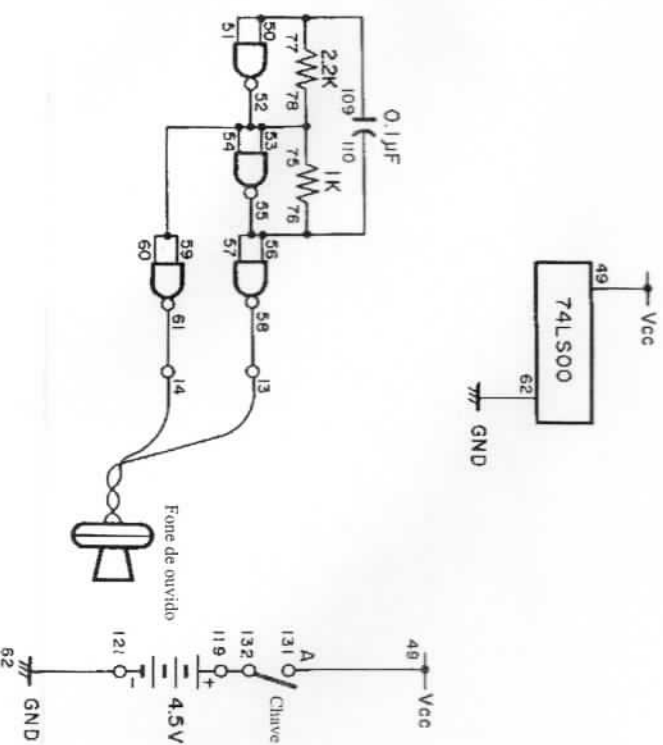


#### 49. GERADOR DE TOM TTL

Nós já produzimos tons com osciladores de áudio a muito tempo e não imaginamos outra maneira de se produzir tons a partir de circuitos eletrônicos. Contrariando esta idéia - um multivibrador feito com portas NAND trabalha muito bem.

Quando você terminar o cabeamento deste circuito, conecte o fone de ouvido aos terminais 13 e 14 e posicione a chave em A para alimentar o circuito. Você ouvirá um tom que é produzido pelo multivibrador. Tente mudar o valor dos capacitores de 0.1  $\mu\text{F}$  a 0.5  $\mu\text{F}$ . Qual o efeito disto no som que você ouve?

Você pode também tentar diferentes capacitores neste projeto. Entretanto não tente utilizar qualquer tipo de capacitor eletrolítico (terminais 111-118). Tente arranjar o circuito de modo que você possa comutar diferentes capacitores colocando-os e retirando-os deste circuito para variar o tom. Você pode imaginar maneiras de usar este circuito com algum outro circuito digital?



Sequência de cabeamento:

49-131, 50-51-77-109, 52-53-54-60-59-75-78, 55-57-56-76-110, 62-121, 119-132, 58-13-Fone de Ouvido, 61-14-Fone de Ouvido.

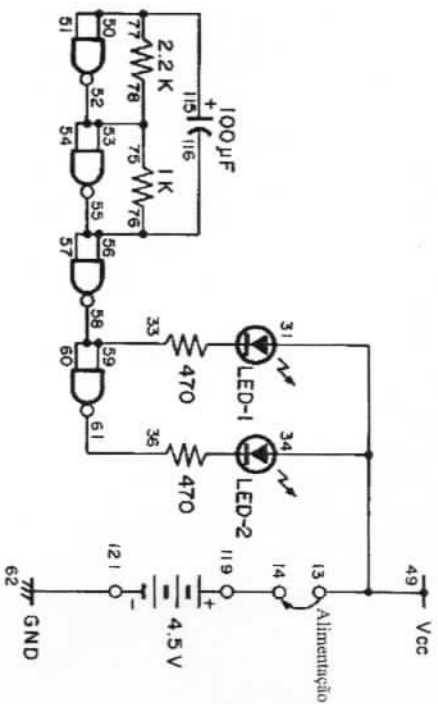
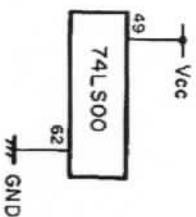
#### NOTAS

## 50. LEDs CINTILANTES

Complete a sequência de cabeamento deste circuito e conecte os terminais 13 e 14 para alimentar o circuito. Você verá ambos os LED1 e LED2 acenderem e apagarem. Você pode mudar a velocidade de piscagem variando o valor do capacitor de 100µF.

Multivibradores TTL estão tornando-se os mais utilizados mundialmente no lugar dos multivibradores de transistores. Você pode imaginar algumas razões do porque? Anote algumas das razões que levam você a pensar que os multivibradores TTL devam trabalhar melhor que os multivibradores comuns de transistores.

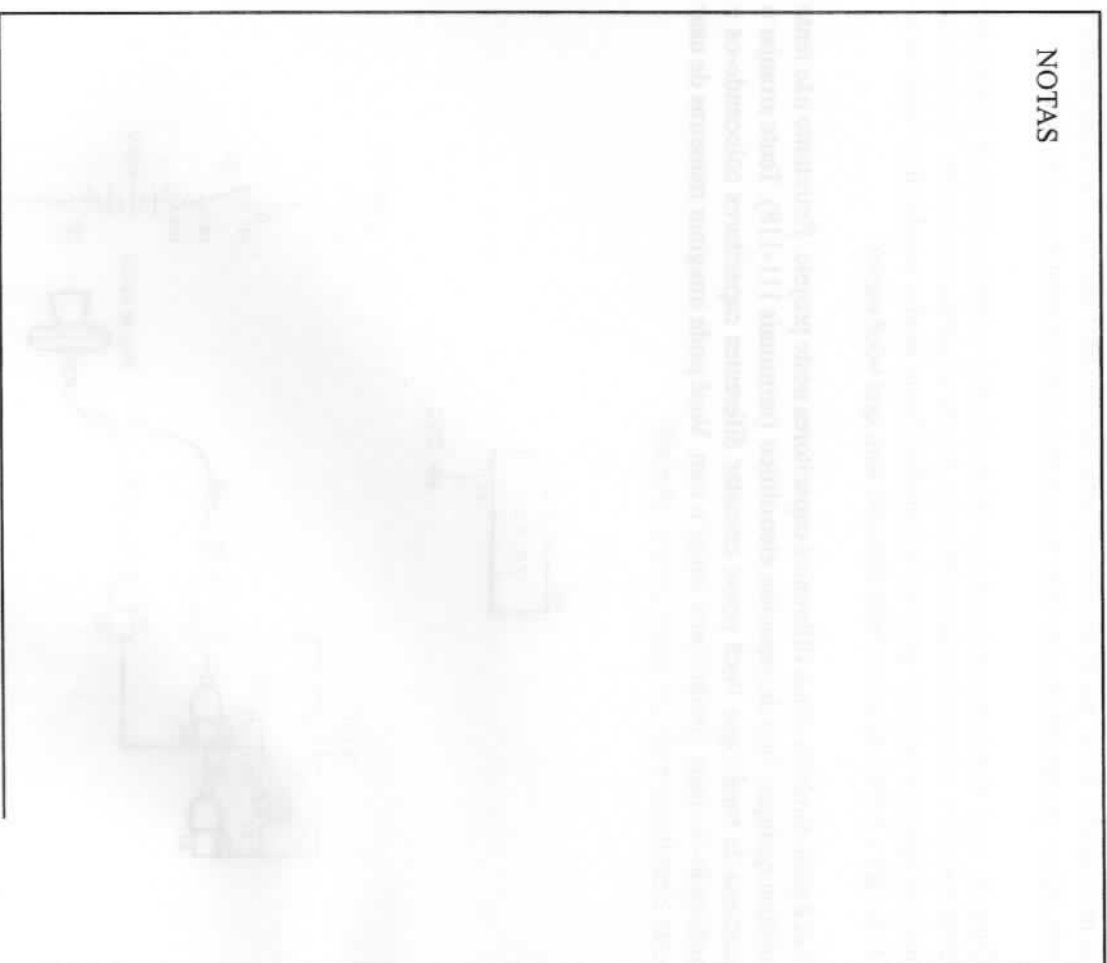
Multivibradores TTL ocupam muito menos espaço que os multivibradores de transistores. CIs TTL também requerem menos corrente que arranjos similares de transistores.



Sequência de cabeamento:

13-49-31-34, 14-119, 33-60-59-58, 36-61, 50-51-77-115, 52-53-54-78-75, 55-57-56-76-116, 62-121, 13-14 (Alimentação).

### NOTAS



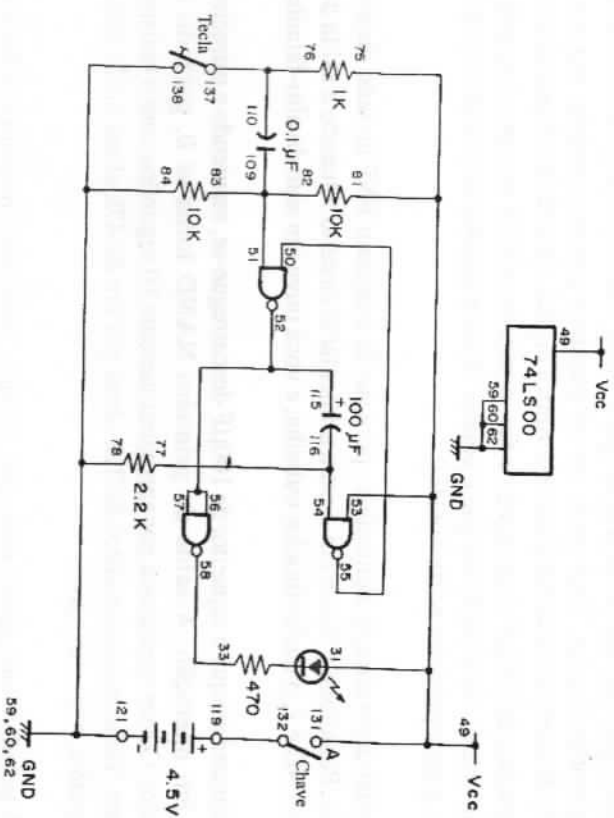
## 51. UM TTL DE GATILHO ÚNICO

O termo gatilho único significa algo para você? (Não, não é nenhum apelido de um boiadeiro americano ou uma arma de uma só bala!)

Após terminar a sequência de cabeamento deste circuito, posicione a chave em A para alimentar o circuito. Pressione a tecla uma vez e veja o que acontece com o LED1. Tente manter a tecla pressionada por diferentes períodos de tempo. O LED1 fica aceso pelo mesmo período ou ele varia?

Você viu que o multivibrador de gatilho único apresenta uma saída durante um certo período independentemente do tempo de duração do estado da entrada. (Ele “dispara uma única vez.”) Isto significa que pode ser utilizado em muitos circuitos como um temporizador. Você pode também ver este circuito ser chamado de multivibrador mono-estável.

Desde que este circuito é um multivibrador, você pode suspeitar que existe uma maneira de se variar o tempo para produzir saídas apropriadas. Você está certo - existe uma maneira - e você pode tentar adivinhar como. (No momento, você deve encontrar algumas dificuldades para descobrir os componentes a serem alterados. Não esqueça de fazer as anotações sobre o efeito dos valores de componentes maiores ou menores na operação do circuito.)



Sequência de cabeamento:

81-75-49-53-31-131, 33-58, 50-55, 51-82-83-109, 52-56-57-115, 54-77-116, 59-60-62-78-84-138-121, 76-110-137, 119-132.

NOTAS

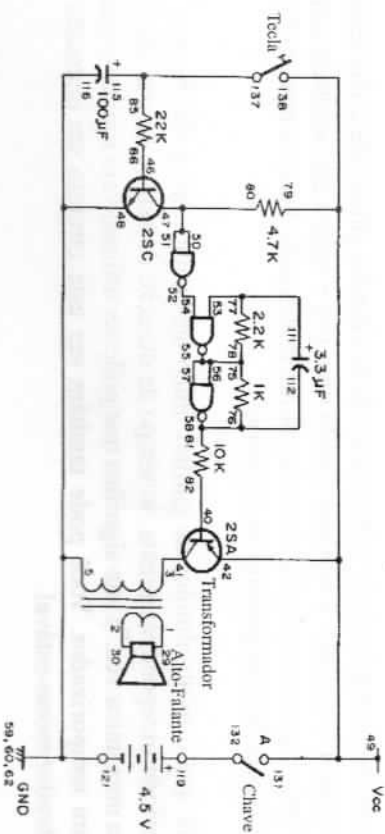
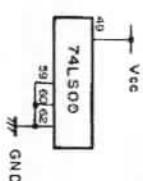
## 52. TEMPORIZADOR DE TRANSISTOR COM TTL

Aqui está um outro tipo de circuito de disparo único, mas neste projeto você ouve o efeito do multivibrador. Você pode ver no esquema que este projeto usa uma combinação de componentes simples e eletrônica digital. Quando você pressiona a tecla, o capacitor de  $100\mu\text{F}$  é carregado e faz o transistor NPN no canto esquerdo do esquema operar. Você pode ver que o coletor deste transistor serve como ambas as entradas para a primeira porta NAND.

A parte digital deste circuito controla a operação do transistor PNP no lado direito do esquema. Posicione a chave em A para alimentar o circuito. Quando a saída do primeiro NAND é 1, o multivibrador trabalha, e você ouve um som do alto-falante.

O som continuará até que o capacitor de  $100\mu\text{F}$  descarregue-se, mantendo o primeiro transistor em operação. A saída do primeiro NAND torna-se 0, parando o multivibrador. O som continuará por aproximadamente 10 segundos com o resistor de  $22\text{k ohms}$ . Tente trocar o resistor de  $22\text{k ohms}$  por um de  $47\text{k ohms}$  ou de  $100\text{k ohms}$  e descubra o que acontece.

Após você trabalhar um pouco com este circuito, tente isto: pressione a tecla e solte-a. Quando o som pára, encontre o cabo que interliga os terminais 52 e 54. Desconecte o cabo do terminal 52. Acontece alguma coisa? Se algo acontecer, você pode explicar por que?



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-41, 5-59-60-62-48-116-121, 40-82, 79-49-42-131-138, 46-86, 47-50-51-80, 52-54, 53-77-111, 55-57-56-75-78, 58-76-81-112, 85-115-137, 119-132.

NOTAS

### 53. LED BUZINA

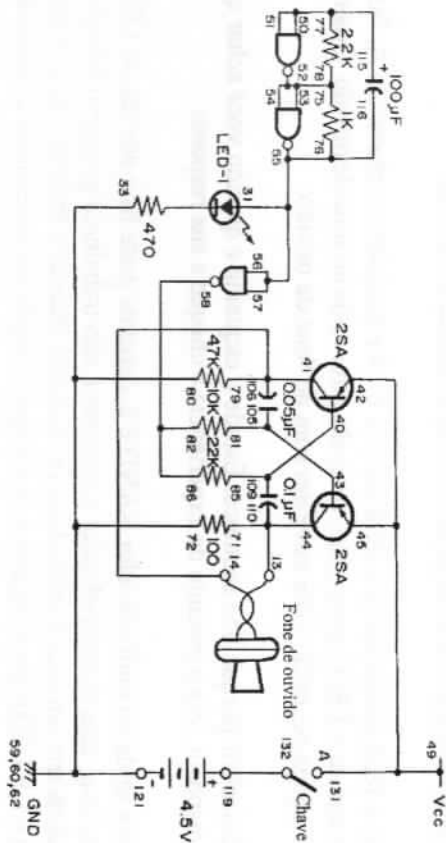
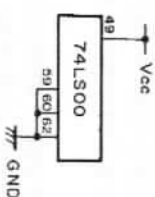
Aqui está um outro circuito que usa ambos transistor e multivibradores tipo NAND. Ele permite a você ver o LED1 acender ao mesmo tempo que você ouve um som através do fone de ouvido.

Quando você terminar de construir este projeto, conecte o fone de ouvido aos terminais 13 e 14 e posicione a chave em A. Você ouvirá um pulso no fone de ouvido a cada vez que o LED acende. Você sabe porque isto acontece?

Assuma que a saída do multivibrador seja 0, e siga a saída do multivibrador NAND para o multivibrador a transistor. Você acha que a operação do multivibrador a transistor é afetado pelo multivibrador NAND? Se você acha que sim, como é afetado?

Tente usar outros capacitores eletrolíticos no lugar do capacitor de 100µF no multivibrador NAND para ver o efeito que tem no circuito. Tente mudar o multivibrador a transistor e veja como você pode alterar sua operação.

Você pode usar um alto-falante no lugar do fone de ouvido neste circuito, conectando-se um transistor NPN, o transformador de saída e talvez um resistor ou dois. Tente adicionar um alto-falante - mas não esqueça de fazer as anotações do novo projeto.



Sequência de cabeamento:

- 31-55-56-57-76-116, 33-59-60-62-72-80-121, 40-109-85, 131-45-42-49, 43-105-81, 50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 58-82-86, 119-132, 110-44-71-13-Fone de Ouvido, 106-41-79-14-Fone de Ouvido.

NOTAS

#### 54. LED COM SOM DE BUZINA

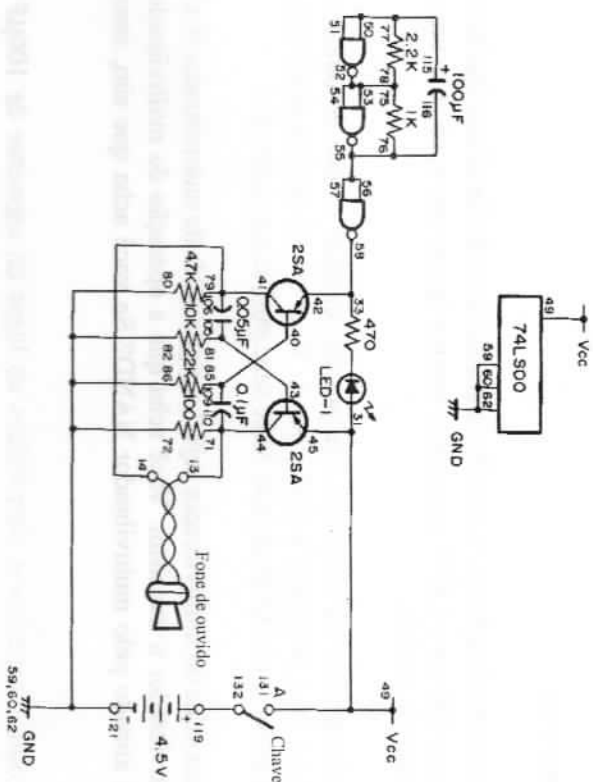
Atenciosamente compare o esquema deste projeto com o esquema do projeto anterior. Eles são similares em muitos pontos, mas existe uma importante diferença.

Você vê qual é? Melhor ainda, você pode dizer qual o efeito desta diferença na operação do projeto? Tente descobrir antes de montar o circuito.

Conecte o fone de ouvido aos terminais 13 e 14 e posicione a chave em A. Você deve encontrar o LED1 aceso, mas você não ouve nada no fone de ouvido. Quando o LED1 apaga-se, então você ouve um som no fone de ouvido.

Tente descobrir porque isto acontece. Estude o esquema e quando você achar que sabe a resposta, leia o restante da experiência e cheque a sua resposta.

Quando a saída do multivibrador NAND é 0, corrente pode fluir através do LED1 acendendo-o, mas o multivibrador a transistor não trabalhará porque o transistor da esquerda tem um sinal 1 aplicado ao seu emissor. Quando a saída do multivibrador NAND é 1, o LED1 não acenderá mas um sinal 0 é aplicado ao emissor do transistor da esquerda. O multivibrador a transistor pode então trabalhar, e você pode ouvir um som no fone de ouvido.



Sequência de cabeamento:

131-45-31-49, 116-76-56-57-55, 40-109-85, 42-58-33, 43-105-81, 50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 72-59-60-62-80-82-86-121, 119-132, 44-110-71-13-Fone de Ouvido, 41-106-79-14-Fone de Ouvido.

NOTAS

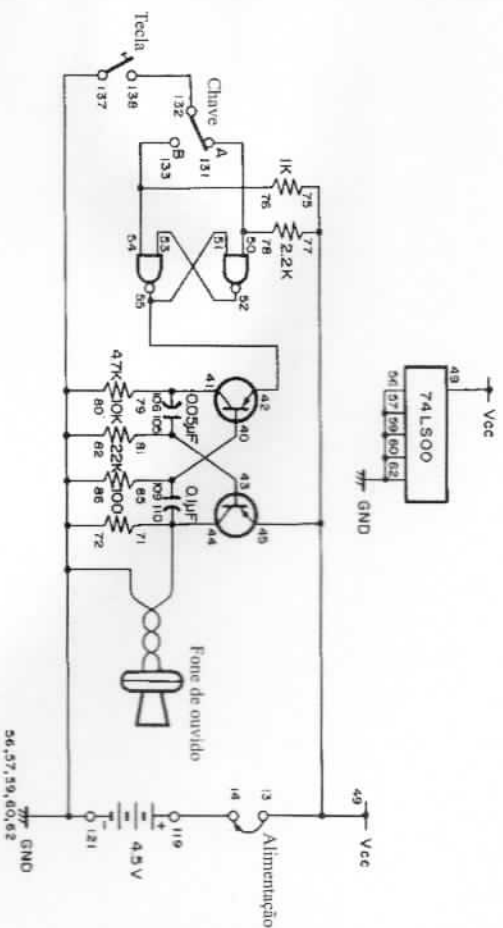


## 55. SETAR/RESETAR BUZINA I

Alguma coisa parece similar no esquema deste projeto? Este circuito utiliza um circuito flip-flop R-S feito de portas NAND, similar ao circuito do projeto 44 ("Flip-Flop R-S TTL").

Após você finalizar a montagem deste projeto, posicione a chave em A e pressione a tecla. Você pode ouvir um som através do fone de ouvido. Tente pressionar a tecla várias vezes. Isto não deve afetar o som do fone de ouvido. Agora mova a chave para a posição B e pressione a tecla uma vez mais. O que acontece agora?

Circuitos como este podem ser usados em alarmes. Eles são muito úteis pois intrusos frequentemente não podem descobrir como parar o som. Você pode também querer experimentar o uso da luz do LED ao invés do som para dizer se o circuito está setado ou resetado.



Sequência de cabeamento:

13-77-75-49-45, 14-119, 40-109-85, 41-106-79, 42-55-51, 43-105-81, 50-78-131, 52-53, 54-76-133, 132-138, 44-110-71-Fone de Ouvido, 121-137-62-60-59-57-56-80-82-86-72-Fone de Ouvido, 13-14 (Alimentação).

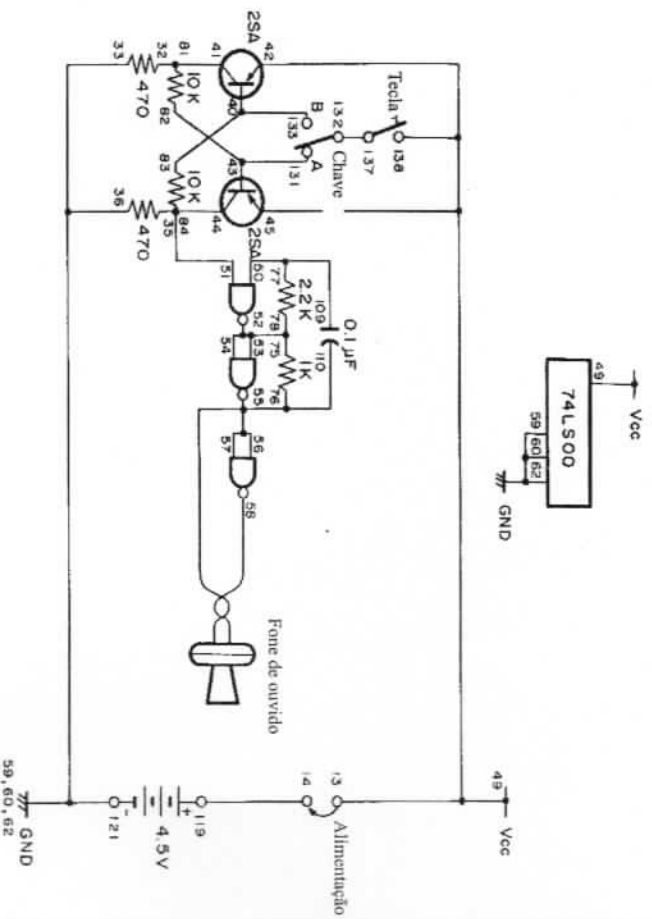
## NOTAS

## 56. SETAR/RESETAR BUZINA 2

Aqui está uma outra versão do último projeto. Desta vez nós utilizaremos um multivibrador NAND e um flip-flop R-S feito com transistores.

Este circuito trabalha como o último. Quando você posiciona a chave em B e pressiona a tecla, você ouve um som no fone de ouvido. Você pode ainda ouvir o som não importando quantas vezes você pressione a tecla novamente. Posicione a chave em A e pressione a tecla e o som desaparecerá.

Compare a operação deste projeto com o anterior. O que diferencia um do outro? Você pode imaginar situações diferentes onde um circuito é mais adequado do que o outro? Não esqueça de fazer algumas anotações do que você aprendeu.



Sequência de cabeamento:

13-49-42-45-138, 14-119, 81-32-41, 33-59-60-62-36-121, 44-35-51-84, 40-133-83, 82-43-131, 50-77-109, 54-53-52-75-78, 132-137, 110-76-57-56-55-Fone de Ouvido, 58-Fone de Ouvido, 13-14 (Alimentação).

## NOTAS



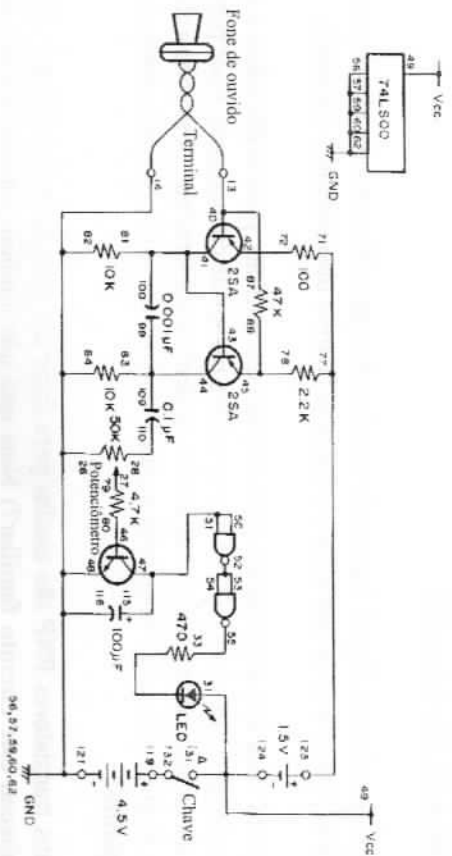
## 58. GRITO FORTE

Você conhece alguém que tenha um grito forte? (Ou, você já foi acusado de gritar muito?) Este projeto permite a você e a seus amigos descobrirem qual a voz mais ruidosa.

Você pode ver como este circuito trabalha observando o esquema. Quando você gritar no fone de ouvido, sua voz cria energia elétrica através do processo piezoelétrico, uma característica especial das substâncias cristalinas. O cristal do fone de ouvido do seu kit produz tensão quando ele é sujeito a um estresse mecânico - como a pressão sonora da sua voz.

A energia elétrica do fone de ouvido é amplificada pelo circuito composto por dois transistores. Você pode usar o potenciômetro para alternar a quantidade de sinal do fone de ouvido que é amplificada. As duas portas NAND em série controlam o acendimento do LED1. Siga os 0s e 1s e suas mudanças desde a entrada até a saída.

Para usar este circuito, posicione a chave em A e selecione o potenciômetro para a posição 5. Grite no fone de ouvido e observe o LED1. Ele provavelmente acende. Caso sim, tente girar o potenciômetro para o sentido anti-horário para dificultar o acendimento do LED1. (Tente ajustar para uma dificuldade apenas um pouco maior.) Veja até que limite você pode dificultar e ainda o amplificador conseguir acender o LED.



Sequência de cabeamento:

27-79, 28-110, 124-131-31-49, 33-55, 41-43-100-81, 42-72, 44-109-99-83, 45-88-78, 46-80, 47-115-51-50, 52-53-54, 77-71-123, 119-132, 40-87-13-Fone de Ouvido, 121-26-48-116-62-60-59-57-56-84-82-14-Fone de Ouvido.

NOTAS



## VII. CIRCUITOS APLICATIVOS BASEADOS EM OSCILADOR

Resumo do trabalho

DATA



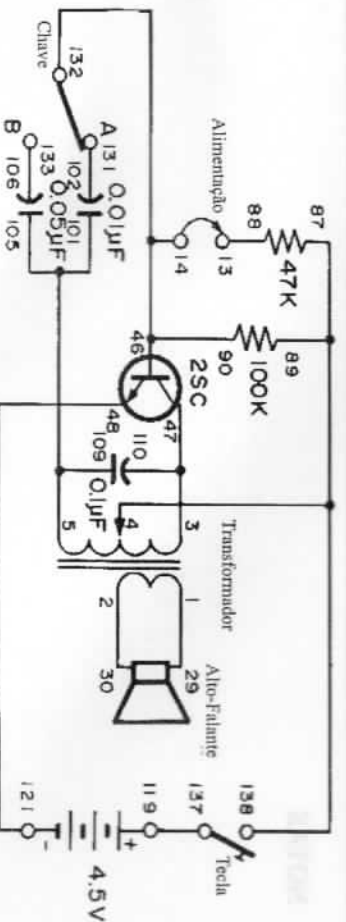
## 60. OSCILADOR VARIÁVEL R-C

O "R-C" do nome deste projeto significa resistência-capacitância. Nós vimos como a variação da resistência e capacitância pode afetar a ação de pulsação de um oscilador. Este projeto nos possibilita ver o efeito de quando mudamos a intensidade de ambos resistência e capacitância.

Observe o esquema. Você pode ver que a chave permite a você escolher entre dois capacitores diferentes. Você pode também adicionar um segundo resistor ao circuito pela conexão dos terminais 13 e 14.

Após construir o projeto posicione a chave em B. Deixe os terminais 13 e 14 livres e pressione a tecla. Que tipo de som você pode ouvir pelo alto-falante? Agora posicione a chave em A e pressione a tecla novamente. Há alguma mudança no som? Agora conecte os terminais 13 e 14 e pressione a tecla. Tente ambas as seleções da chave com os terminais 13 e 14 conectados e veja o que acontece.

Que combinação produz o tom mais alto? O menor? O que você conclui sobre como os capacitores e resistores afetam em cada caso? Faça anotações cuidadosas sobre o efeito dos diferentes valores de capacitores e resistores.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-47-110, 4-87-89-138, 5-101-105-109, 13-88, 14-90-46-132, 48-121, 102-131, 106-133, 119-137.

NOTAS

## 61. OSCILADOR COM DESABILITADOR ATRASADO

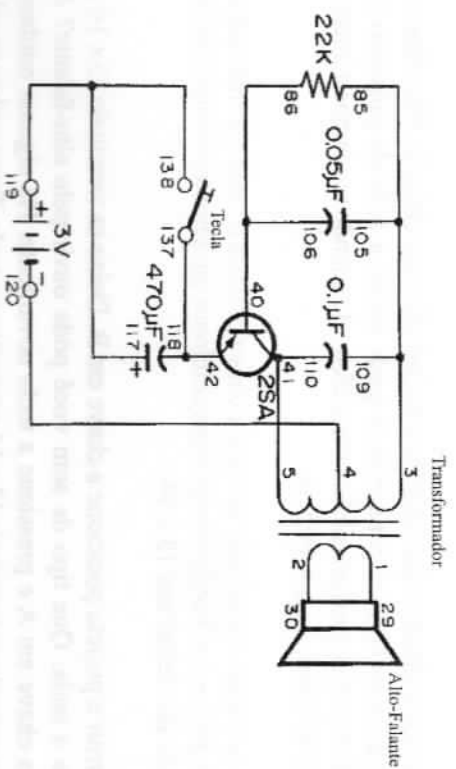
Nós vimos como o ciclo de carga/descarga de capacitores pode ser usado para atrasar a operação de certos circuitos. Agora vamos atrasar a ação do oscilador deste projeto com um capacitor de  $470\mu\text{F}$ .

Quando você pressiona a tecla, o capacitor descarrega-se. Quando você solta a tecla, o capacitor começa a carregar-se. O circuito continua a oscilar até que o capacitor seja carregado, então a corrente pára de fluir. Quando você fecha a tecla por um segundo o capacitor é imediatamente descarregado.

Um capacitor descarregado tem um número igual de elétrons nos eletrodos positivo (+) e negativo (-). A carga é armazenada em um capacitor pela drenagem de elétrons do eletrodo positivo (na realidade torna-se positivo) e um número igual de elétrons é adicionado ao eletrodo negativo (tomando-o negativo). A corrente que flui para carregar o capacitor é chamada corrente de carga ou corrente de deslocamento. Quando o capacitor está descarregando-se, a mesma quantidade de corrente deve fluir na direção oposta. Esta corrente é chamada corrente de descarga ou corrente de deslocamento.

Se você tiver um multímetro, use-o para medir a carga no capacitor com a função de voltímetro. A corrente de deslocamento pode ser medida com a função de amperímetro.

Somente o capacitor tem esta função única de armazenamento. Nós podemos usar capacitores para efetuar muitas funções usando esta característica. Entretanto, esta ação de armazenar faz com que capacitores em circuitos de tensão muito alta tornem-se fontes perigosas de possíveis choques elétricos. Tome cuidado! Você deve descarregar os capacitores antes de tocá-los se estiverem com tensão acima de  $50\text{V}$ .



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-85-105-109, 4-120, 5-41-110, 40-106-86, 42-118-137, 117-138-119.

NOTAS

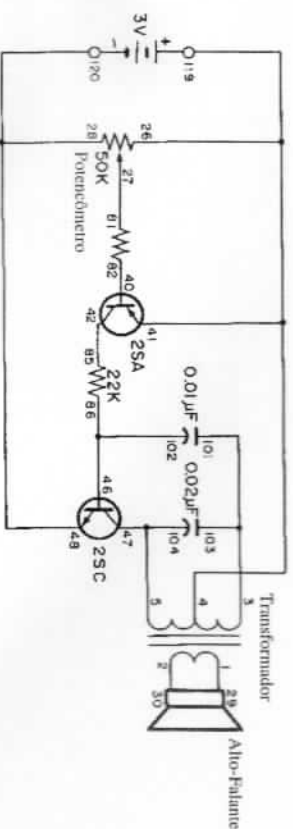
## 62. OSCILADOR DE ÁUDIO SENSÍVEL A TEMPERATURA

Você sabia que os transistores alteram suas características de acordo com a temperatura? Este projeto irá mostrar a você como a temperatura afeta a ação do transistor.

Observe o esquema. O transistor NPN atua como um oscilador de pulso. A tensão aplicada a sua base é controlada pelo resistor de 22k ohms e pelo transistor PNP. A corrente de base e a corrente de coletor do transistor PNP varia com a temperatura do transistor.

Construa este projeto e você ouvirá um som do alto-falante. Ajuste o potenciômetro de 50k, assim o som diminui, ou seja, varia a série de pulsos.

Agora aqueça o transistor PNP segurando-o entre os dedos. Você ouve o tom tornar-se maior quando a temperatura do transistor aumenta.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-101-103, 4-26-41-119, 5-47-104, 27-81, 120-28-48, 40-82, 42-85, 46-102-86 (Alimentação).

NOTAS

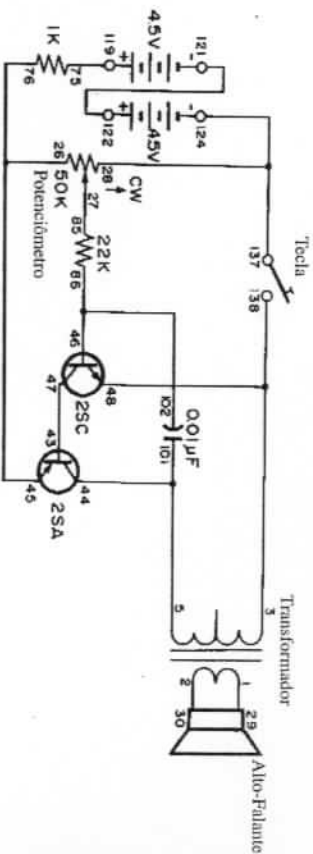
### 63. OSCILADOR COM DOIS TRANSISTORES CONECTADOS DIRETAMENTE

Agora nós construiremos um oscilador usando dois transistores conectados diretamente um ao outro. Como você viu, existem muitas maneiras de construir um oscilador. Esta maneira é simples comparada a outras.

Após completar o cabeamento, pressione a tecla. Você ouve um som de beep no alto-falante. Agora gire o potenciômetro. Como isto afeta o som?

Os dois transistores ajudam-se mutuamente e atuam com um único transistor. O transistor NPN amplifica o sinal do resistor de 22k ohms e direciona-o para o transistor PNP, para obter uma saída alta.

O capacitor determina a frequência de oscilação. O projeto começa com o capacitor de  $0.01\mu\text{F}$  no circuito mas você pode experimentar diferentes valores de capacitores. O potenciômetro ajusta a tensão levada a base do transistor NPN. Ele muda a qualidade da tonalidade assim como a frequência. Você deve anotar seus resultados como um cientista profissional, assim você pode repetir a experiência mais tarde. Assegure-se de observar a polaridade (+ e -) do capacitor eletrolítico.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-48-138, 5-101-44, 26-45-76, 27-85, 28-124-137, 46-102-86, 47-43, 75-119, 121-122.

NOTAS

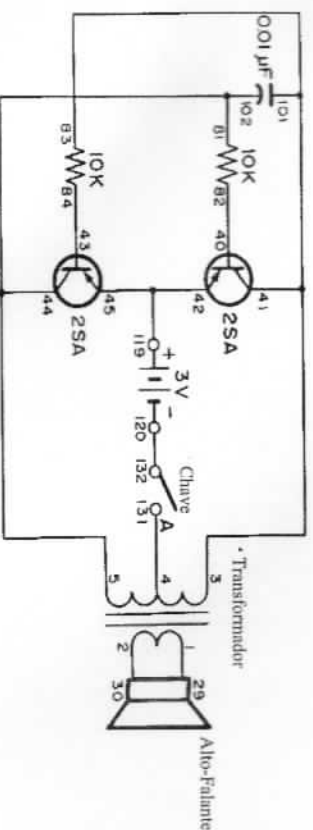
#### 64. OSCILADOR DE ONDA QUADRADA PUSH/PULL.

Neste projeto vamos construir um oscilador de onda quadrada do tipo push/pull. Este oscilador é chamado do tipo push/pull porque ele usa dois transistores que são conectados um ao outro. Eles alternam a operação, enquanto um transistor está "empurrando" (push), o outro está "puxando" (pull) corrente. Cientistas estudam formas de onda padrões para entender sinais eletrônicos - tais como o sinal produzido pela corrente deste circuito. Um oscilador de onda quadrada produz ondas que parecem com um quadrado.

Após montar o circuito, selecione a chave para a posição A para alimentar o circuito. Note o som do alto-falante, porque vamos utilizar o sinal de onda quadrada em projetos futuros.

Este circuito oscilador trabalha bem com baixas tensões de alimentação DC. Por esta razão, cientistas e técnicos usam conversores DC para AC e inversores DC para DC com fontes de tensão de aproximadamente 0.5 a 12 volts.

Uma outra característica deste oscilador é que ele faz uso máximo do transformador. O circuito produz a máxima potência para o tamanho particular do transformador utilizado.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-83-101-41, 4-131, 5-81-102-44, 40-82, 45-42-119, 43-84, 120-132.

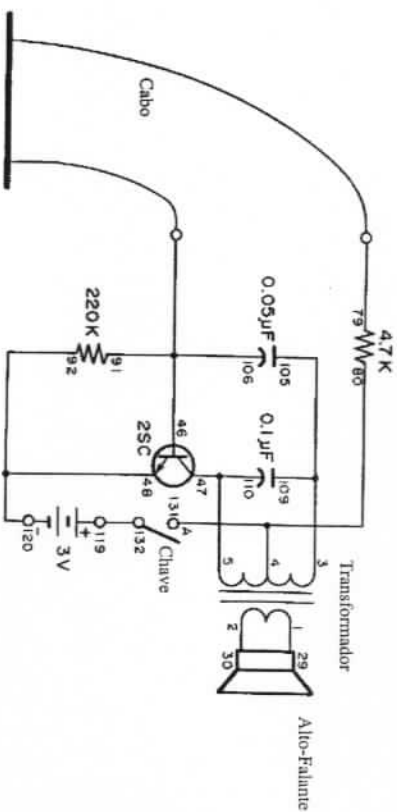
#### NOTAS

## 65. ÓRGÃO ACIONADO POR TECLADO DESENHADO

Este projeto é um oscilador que é controlado de uma maneira não usual: com uma marca a lápis. Você já viu, em outros projetos de osciladores, como a mudança de resistência do circuito pode mudar o som que é produzido. Os resistores, como os do seu kit, são feitos de uma forma de carbono, como a ponta do lápis. Ao fazer com que uma corrente flua através de diferente quantidade de ponta de lápis, nós podemos variar a resistência e portanto, o tom do som vindo do alto-falante.

Após completar o circuito, faça uma marca forte com lápis na folha de papel (uma ponta de lápis macia produz melhor resultado). A marca precisa ter aproximadamente 2,5cm de largura e de 12,5 a 15cm de comprimento.

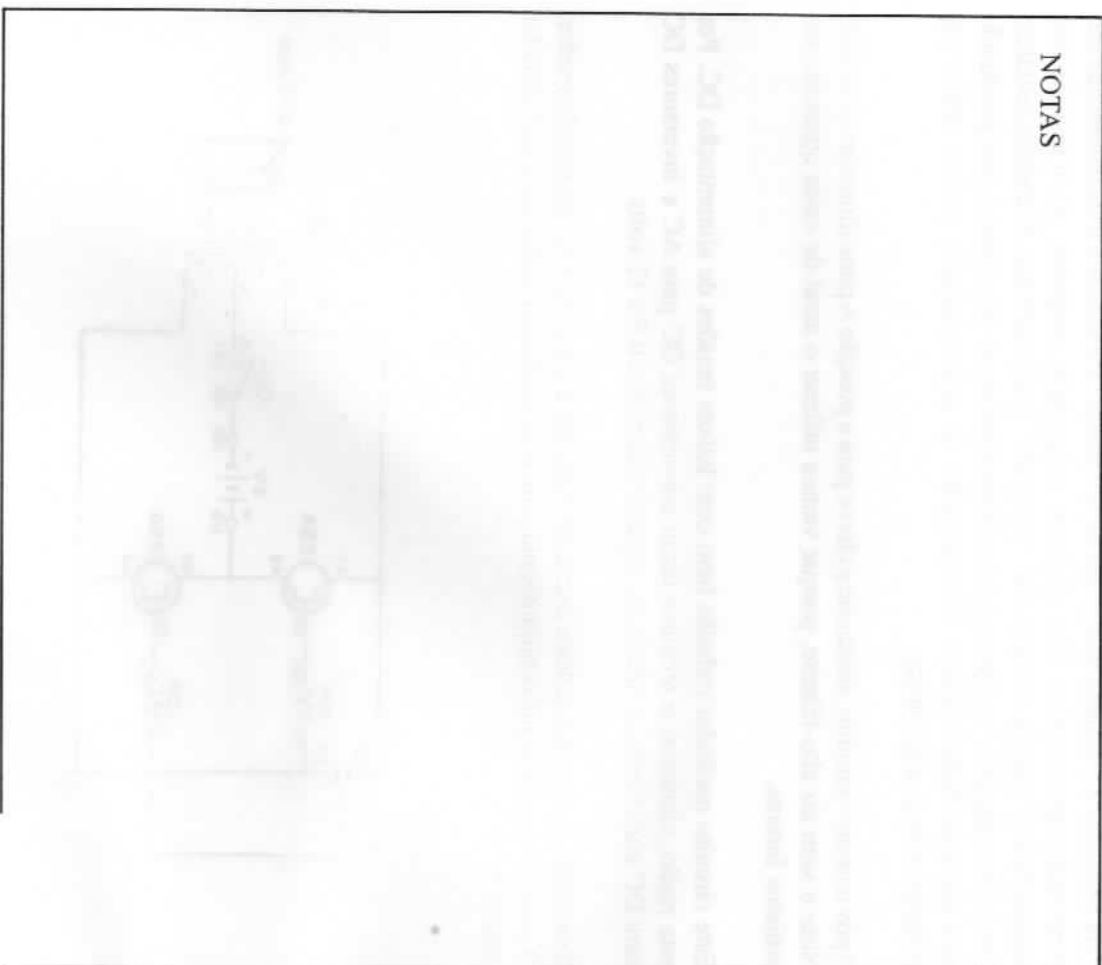
Agora selecione a chave para a posição A para alimentar o circuito e encoste uma das pontas do cabo em uma das extremidades da marca (ou cole-a com uma fita). Mova a outra ponta do cabo para frente e para trás ao longo da marca. Você ouve o som aumentar e diminuir com o movimento das pontas. Com um pouco de prática você deve estar habilitado a tocar um tom com este órgão.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-105-109, 4-80-131, 5-47-110, 92-48-120, 119-132, 46-106-91-Pontas, 79-Pontas.

### NOTAS







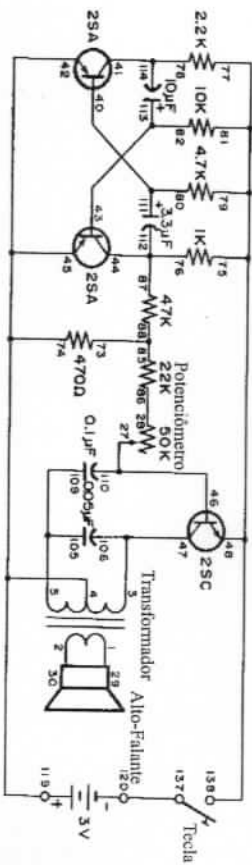
## 67. ÓRGÃO ELETRÔNICO

Este circuito possui um multivibrador conectado a um oscilador tipo pulso. O multivibrador produz o efeito de um pêndulo (um tom com variação), levando o oscilador a ligar-se e desligar-se por completo lentamente.

Após construir o projeto você pode usar o potenciômetro para variar a corrente de base fornecida ao transistor NPN. Isto muda a relação de carga/descarga dos capacitores de  $0.1\mu\text{F}$  e  $0.05\mu\text{F}$ , e a frequência do oscilador de pulso.

A tecla é usada para ligar e desligar o circuito por inteiro. Você pode trocá-los com a chave. Você também pode mudar a faixa de tonalidade variando-se os valores dos capacitores de  $10\mu\text{F}$  e  $3.3\mu\text{F}$ .

Tente utilizar a chave ou a tecla para adicionar componentes extras ao circuito (como um capacitor extra em paralelo com o capacitor de  $10\mu\text{F}$  ou  $3.3\mu\text{F}$ ), assim você pode mudar de uma faixa de tom para outra, rapidamente. Estas mudanças tornam o órgão mais completo. Não esqueça de fazer as anotações de suas mudanças e conclusões.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-47-106, 4-74-45-42-119, 5-105-109, 27-46-110, 28-86, 40-111-80, 41-114-78, 43-113-82, 44-112-87-76, 77-75-81-79-48-138, 73-85-88, 120-137.

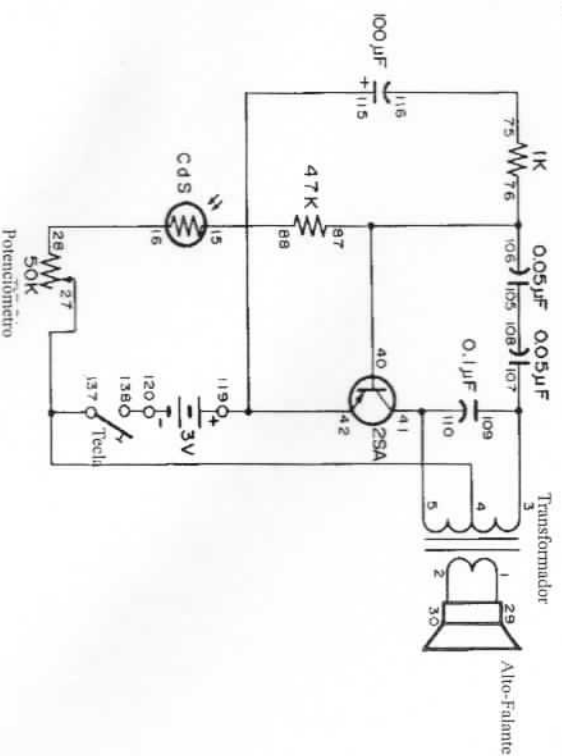
NOTAS

## 68. PÁSSARO DESPERTADOR

Este é um pássaro eletrônico que construímos como no projeto 1 (Pica-Pau Eletrônico), mas agora ele tem um controle fotoelétrico da base do transistor. Você sabe como a célula Cds trabalha. Desde que este circuito eletrônico é ativado pela luz do dia, você pode usá-lo como um despertador.

Pressione a tecla para produzir o som do despertador. Você pode ajustar o potenciômetro para a quantidade certa de luz que habilitará o pássaro e acordará você - não tão cedo nem tão tarde.

Nós mudamos somente os valores de alguns componentes, e reorganizamos o esquema do circuito a partir do pássaro original. Veja se você descobre as mudanças e reorganize o circuito como o do projeto 1. Utilize o espaço em branco para redesenhar o esquema.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-107-109, 4-27-137, 5-41-110, 15-88, 16-28, 76-87-106-40, 119-42-115, 75-116, 105-108, 120-138.

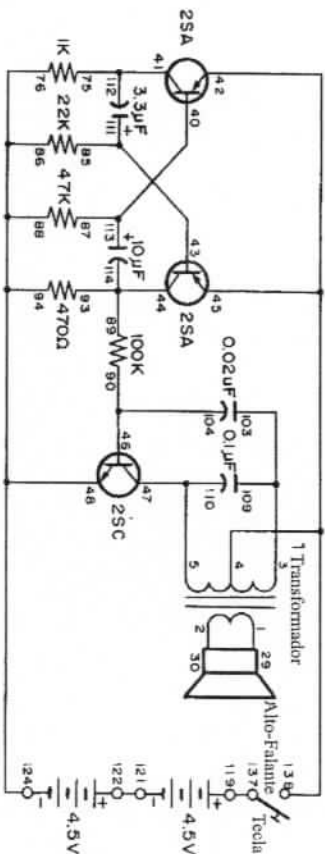
NOTAS

## 69. GERADOR DE ALARME INTERMITENTE

Agora vamos controlar um oscilador com um outro para produzirmos o efeito de um alarme efetivo. Neste projeto, nós temos um multivibrador tipo oscilador controlando um oscilador de pulso. Você deve reconhecer um circuito multivibrador no lado esquerdo do esquema. A frequência do oscilador de pulso está na faixa audível (20 a 20kHz). O multivibrador controla o oscilador de pulso permitindo que corrente flua para a base do transistor.

Construa o projeto e pressione a tecla para ouvir o som do alarme do alto-falante. Você ouve o som do alarme sendo emitido e desaparecendo quando o oscilador de pulso liga e desliga-se.

Este alarme intermitente é mais efetivo que o tom contínuo, porque ele é mais perceptível. Você pode experimentar com este projeto variando os valores dos resistores de 22k, 47k e 100k ohms, e do capacitor de 0.02µF.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-42-45-138, 5-47-110, 40-113-87, 41-112-75, 43-111-85, 44-114-93-89, 46-104-90, 76-86-88-94-48-124, 119-137, 121-122.

NOTAS

## VIII. CIRCUITOS AMPLIFICADORES OPERACIONAIS BÁSICOS

## 70. COMPARADOR

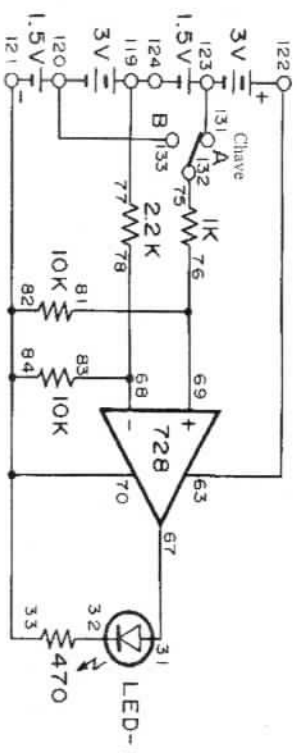
Para esta seção você precisará de alguns conhecimentos básicos sobre o circuito integrado amplificador operacional. Primeiramente, nós podemos usar uma fonte de alimentação para ambos o circuito e o CI, ou nós podemos usar fontes de alimentação separadas.

O amplificador operacional pode ser usado como um amplificador não inversor, um amplificador inversor, ou um amplificador diferencial. Um amplificador não inversor, reproduz um sinal de entrada em um sinal de saída sem nenhuma mudança de polaridade. Um amplificador inversor faz o oposto: sua saída tem a polaridade reversa com relação a polaridade de entrada. O amplificador diferencial tem uma saída que é a diferença entre a amplitude de duas entradas.

Um comparador compara duas tensões e diz a você que um é maior que o outro. Nós chamamos a tensão controlada de tensão de referência porque nós utilizamos ela como uma referência para medir outras tensões. A tensão que é comparada é a tensão de entrada.

A tensão de referência deste projeto é de aproximadamente 3.7V. Ela é conectada ao terminal 68 de um dos circuitos integrados. A tensão de entrada flui para o terminal 69 do mesmo CI. O LED acende se esta tensão for maior que a tensão de referência, e permanece apagado se a tensão for menor. Neste circuito o amplificador operacional atua como um amplificador inversor para a tensão de referência para manter o LED apagado, ou um amplificador não inversor para acender o LED.

Construa o projeto e então posicione a chave em A. Este produz uma entrada de 6V. O LED acende porque a tensão de entrada é maior que a tensão de referência. Agora, posicione a chave em B. Isto produz uma tensão de entrada de 1.5V. O CI comparador não deixa que a corrente passe porque a tensão de entrada é agora menor que a tensão de referência - o LED permanece apagado.



Sequência de cabeamento:

31-67, 84-82-33-70-121, 63-122, 68-83-78, 69-81-76, 75-132, 77-119-124, 120-133, 123-131.

### NOTAS

## 71. AUMENTO GRADATIVO EM TENSÃO DC

Agora vamos progredir ao longo da experiência mais simples em amplificar tensão DC. Após você completar o cabeamento, posicione a chave em B.

Os LED1 e LED2 indicam a tensão de saída do CI amplificador operacional. Um LED somente acende quando é conectado a tensão de aproximadamente 1.5V. Neste projeto conectamos os dois LEDs em série, assim eles somente acenderão quando conectados a aproximadamente 3V. Agora eles estão apagados, assim a tensão de saída do amplificador operacional deve ser menor que 3V.

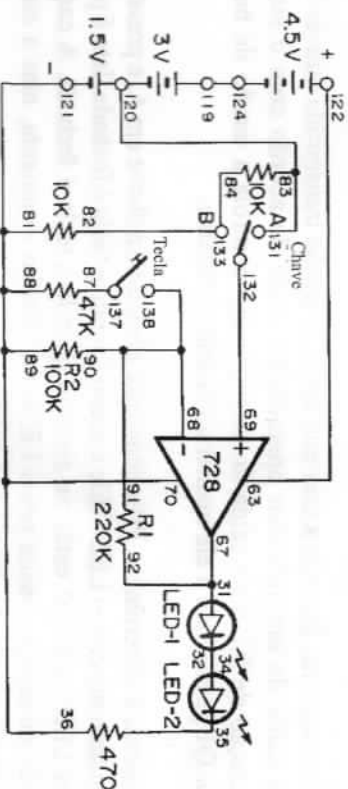
Observe o diagrama esquemático. Com a chave posicionada em B, um resistor de 10k ohms é conectado em série entre um dos terminais da bateria e o terminal de entrada positivo (+) do amplificador operacional. Os dois resistores de 10k ohms dividem a tensão de alimentação de 1.5V ao meio. Isto significa que o terminal de entrada positivo recebe uma tensão de entrada de aproximadamente 0.75V.

Para calcular a tensão de saída do amplificador operacional você multiplica sua tensão de entrada pelo fator de amplificação  $(R1/R2) + 1$ . Assim, a tensão de saída é  $0.75V \times \{(220k \text{ ohms} / 100k \text{ ohms}) + 1\} = 2.4V$ .

Agora, posicione a chave em A. Isto elimina o resistor de 10k ohms do circuito, assim o terminal positivo do amplificador operacional recebe a tensão de entrada de 1.5V por completo. Usando a equação acima, você pode ver que a tensão de saída do amplificador operacional é agora  $1.5V \times \{(220k \text{ ohms} / 100k \text{ ohms}) + 1\} = 4.8V$ . Os LEDs acendem porque a tensão fornecida a eles é maior que 3V.

Vamos mudar o fator de amplificação. Posicione a chave em B novamente e pressione a tecla. Isto adiciona um resistor de 47k ohms ao resistor de 100k ohms em paralelo, produzindo um total de resistência de "R2" de aproximadamente 32k ohms. (Você se lembra como calcular o total de resistência em conexão paralelo do projeto 17 ("Resistores em Série e Paralelo")). Agora a tensão de saída é  $0.75V \times \{(220k \text{ ohms} / 32k \text{ ohms}) + 1\} = 5.9V$ , suficiente para acender os LEDs.

Se você posicionar a chave em A novamente e pressionar a tecla para conectar 1.5V ao terminal positivo do amplificador operacional, os LEDs acendem com maior intensidade ainda. Tente calcular o valor da tensão de saída com a chave posicionada em A e com a tecla pressionada.



Sequência de cabeamento:

31-67-92, 32-34, 81-89-88-70-36-121, 63-122, 68-90-91-138, 69-132, 82-84-133, 83-131-120, 87-137, 119-124.

### NOTAS

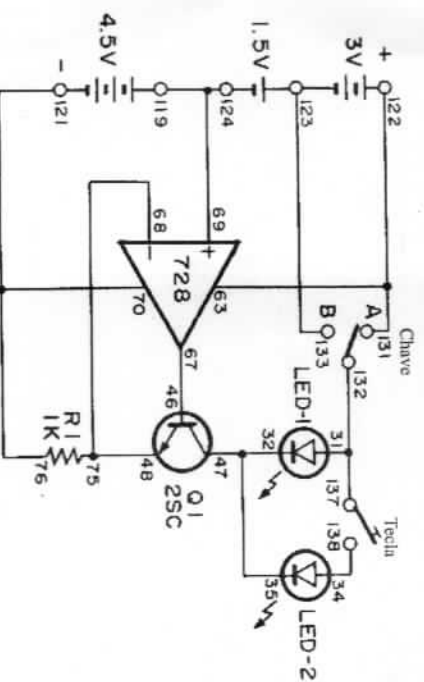
## 72. FONTE DE CORRENTE CONSTANTE

Neste projeto, vamos construir um circuito de corrente constante, usando um amplificador operacional e um transistor. Este circuito mantém a corrente constante mesmo quando a fonte de tensão muda porque mais energia é usada pelo circuito.

Observe o esquema. Quando a corrente muda, a tensão transmitida através de R1 muda. A saída do amplificador operacional muda de acordo com o sinal de realimentação de R1. Esta saída do amplificador controla a tensão de base do transistor Q1 permitindo a ele manter a corrente constante.

Vamos montar a experiência. Primeiramente posicione a chave em A, e pressione a tecla enquanto observa o LED1. Ele é aceso quando a tecla é fechada. Isto é porque ambos os LED1 e LED2 estão no circuito quando a tecla é fechada. A carga - a quantidade de energia usada pelos LEDs no circuito - aumenta, mas a corrente mantém-se constante. Assim o LED acende.

Agora, posicione a chave em B com a tecla solta. Você vê alguma mudança no brilho do LED quando muda da posição A para B? Posicionando a chave para B a tensão de alimentação é alterada de 9V para 6V. Mas a corrente mantém-se constante novamente, assim o brilho do LED não muda.



Sequência de cabeamento:

31-132-137, 32-35-47, 34-138, 46-67, 48-68-75, 63-131-122, 69-119-124, 76-70-121, 123-133.

NOTAS

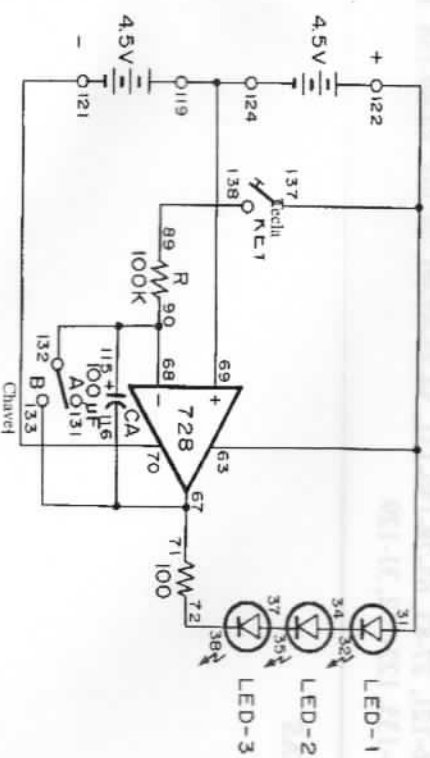


### 73. CIRCUITO INTEGRADOR

Você sabe que o LED instantaneamente acende quando você liga-o. Mas você pode também acendê-lo gradativamente. Neste projeto você poderá ver os LEDs acenderem lentamente enquanto você mantém a tecla pressionada.

Este circuito é chamado circuito integrador Miller. A saída do CI aumenta com o aumento da entrada. O circuito inversor aumenta o valor da tensão sobre o capacitor CA de  $100\mu\text{F}$ . Quando você pressiona a tecla, o capacitor carrega-se lentamente através do resistor R e os LEDs começam a acender. Posicionando a chave em B o capacitor é descarregado e apagam-se os LEDs.

Posicione a chave em B antes de completar o projeto para descarregar o capacitor. Posicione a chave em A e mantenha a tecla pressionada para ver os LEDs 1, 2 e 3 acenderem. Eles alcançam o brilho máximo após cerca de 5 segundos. Posicione a chave em B para descarregar o capacitor e então mantenha a tecla pressionada para repetir a experiência.



Sequência de cabeamento:

31-63-122-137, 32-34, 35-37, 38-72, 71-67-116-133, 68-90-115-132, 69-124-119, 70-121, 89-138.

NOTAS

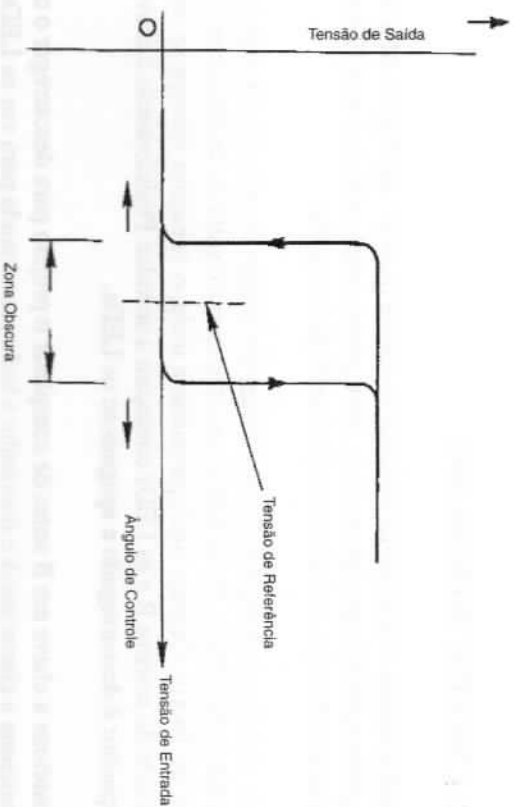
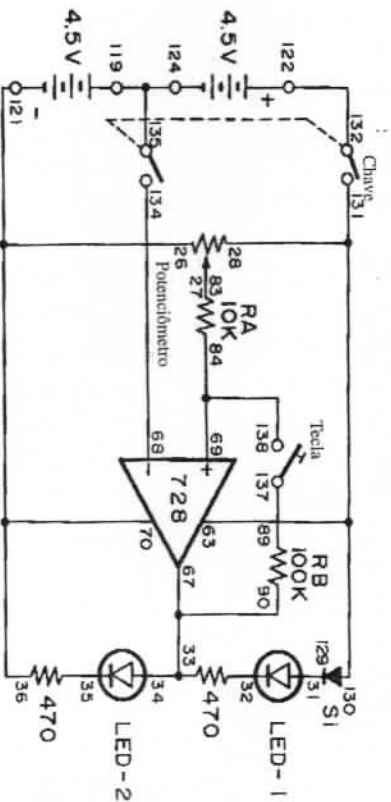
## 74. CIRCUITO SCHMITT TRIGGER

Vamos usar o amplificador operacional como um circuito Schmitt Trigger e como um comparador. O amplificador operacional produz um sinal assim que sua tensão de entrada excede um certo valor. Observe o esquema e o gráfico: você pode deduzir como ele trabalha? Ele mostra que o nível de tensão que habilita a saída é maior que o nível de tensão que desabilita a saída. Nós chamamos tais operações como "loop de histerese".

Agora, vamos para a experiência. Primeiramente deixe a tecla solta. O amplificador operacional trabalha como um comparador neste estado. Quando você girar o potenciômetro, os LEDs 1 e 2 acendem em algum ponto. Note que este ponto não muda mesmo girando o potenciômetro para o sentido horário ou anti-horário.

Agora, pressione a tecla, e você terá um circuito Schmitt Trigger que produz o "loop", como mostrado no gráfico.

A largura da histerese torna-se mais estreita com o aumento de  $R_B/R_A$ . Note como a largura muda quando são usados diferentes valores de  $R_A$  e  $R_B$ .



Sequência de cabeamento:

70-36-26-121, 27-83, 63-28-130-131, 34-33-67-90, 68-134, 84-69-138, 89-137, 119-124-135, 122-132, 31-129.

NOTAS

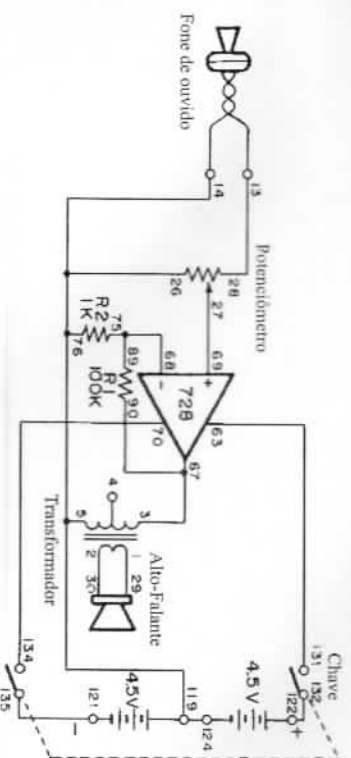
## 75. AMPLIFICADOR NÃO INVERSOR COM DUAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Neste projeto, nós vamos construir um amplificador de microfone, usando o amplificador operacional como um amplificador não inversor com duas fontes de alimentação. O fone de ouvido trabalha como um microfone.

Comece selecionando a chave para a posição B e complete o cabeamento do circuito. Quando você terminar de fazer as conexões, posicione a chave em A para alimentar o circuito, gire o potenciômetro totalmente para o sentido horário, e toque levemente no microfone - o fone de ouvido. O som dos toques no microfone devem aparecer no alto-falante.

Quando você usa o fone de ouvido como um microfone, como neste projeto, é melhor remover a ponta que você coloca em seu ouvido. Você pode desparafusá-lo girando o parafuso para o sentido anti-horário. Girando-se o potenciômetro, ajusta-se o volume.

Como você pode ver no esquema, o amplificador operacional duplo utiliza duas fontes de alimentação: 4.5V para o circuito e 9V para o CI. Note que o amplificador operacional duplo tem dois terminais de entrada, o positivo (+) e negativo (-), terminais 69 e 68. A entrada não inversora é aplicada ao terminal positivo (+). O ganho em amplitude do sinal através deste amplificador é de aproximadamente 100 - determinado pela fórmula  $R1/R2$ . Assim  $100k/1k =$  um ganho de 100.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-67-90, 27-69, 63-131, 68-89-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-76-5-14-Fone de Ouvido, 28-13-Fone de Ouvido.

NOTAS

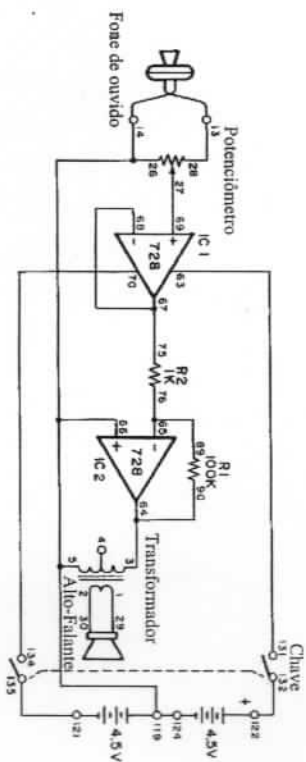
## 76. AMPLIFICADOR INVERSOR COM DUAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Aqui está um outro amplificador de microfone com duas fontes de alimentação, mas este é um amplificador inversor. Nós utilizamos o fone de ouvido como microfone novamente.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando você terminar o cabeamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito, gire o potenciômetro para o sentido horário, e fale no microfone - o fone de ouvido. Você descobrirá que o projeto trabalha como o último projeto.

O CI1 é usado como um "buffer" de ganho 1, e o CI2 como amplificador inversor. A entrada alcança este amplificador inversor através do seu terminal negativo (-), não o positivo (+) como no projeto anterior. O seu ganho é de aproximadamente 100, determinado por:  $R1/R2 = 100k/1k$ .

O ganho torna-se maior se você aumentar R1 ou diminuir R2. Veja o que acontece com o ganho quando você muda o valor de R2 para 470.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-64-90, 27-69, 63-131, 65-89-76, 68-67-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-66-5-14-Fone de Ouvido, 28-13-Fone de Ouvido.

NOTAS

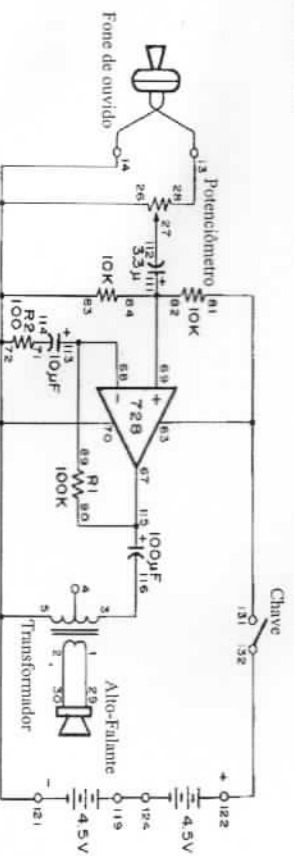
## 77. AMPLIFICADOR NÃO INVERSOR COM FONTE DE ALIMENTAÇÃO ÚNICA

Nos projetos 75 e 76 ("Amplificador Não Inversor com Duas Fontes de Alimentação" e "Amplificador Inversor com Duas Fontes de Alimentação"), nós usamos o amplificador operacional com duas fontes de alimentação. Neste projeto, nós construiremos um amplificador de microfone não inversor, com uma fonte só. Novamente, o fone de ouvido trabalha como um microfone.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando você terminar o cabeamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito, gire o potenciômetro para o sentido horário, e fale no microfone. O projeto trabalha como os projetos 75 e 76, mas você notará algo diferente.

A diferença está no ganho deste amplificador de microfone. Ele é ainda determinado por R1 e R2, mas agora ele é muito maior. Você pode descobrir por quê? Sim, nós usamos o resistor de 100 ohms no lugar do resistor de 1k ohms dos últimos dois projetos. Tente mudar R2 para 1k, e o ganho cai para o nível do ganho dos projetos anteriores.

Neste projeto, as duas fontes de alimentação são conectadas em série para operar o amplificador operacional duplo em 9V. Mas o amplificador operacional pode trabalhar com metade desta tensão, 4.5V. Veja o que acontece quando você desconecta o amplificador operacional do terminal 122 da bateria e conecta-o ao terminal 119.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-116, 27-112, 71-114, 81-63-131, 67-90-115, 89-68-113, 84-82-69-111, 119-124, 122-132, 121-26-70-83-72-5-14-Fone de Ouvido, 28-13-Fone de Ouvido.

### NOTAS

## 78. AMPLIFICADOR DIFERENCIAL COM DUAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Este é o último da série de amplificadores de microfone. Agora nós usamos o amplificador operacional como amplificador diferencial. Ele é um amplificador do tipo duas fontes de alimentação, e desta vez usamos o alto-falante como microfone.

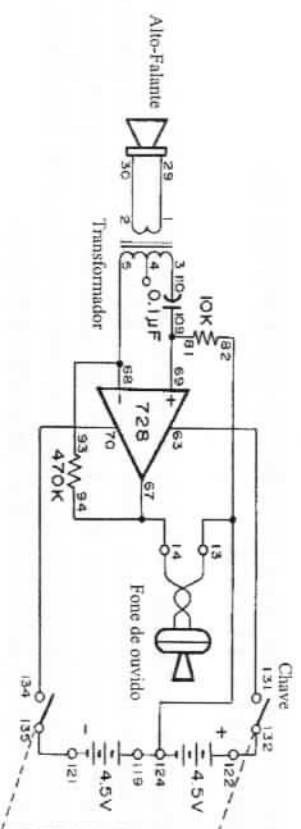
Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando você terminar o cabeamento, coloque o fone de ouvido, posicione a chave em A para alimentar o circuito, e toque levemente no alto-falante com seus dedos. Você pode ouvir o som do toque no fone de ouvido?

O amplificador operacional duplo trabalha como um amplificador diferencial quando duas entradas são aplicadas ao mesmo tempo aos terminais positivo (+) e negativo (-). O transformador tem um papel importante neste circuito amplificador. Suas duas diferentes saídas dos terminais 3 e 5 fornecem as entradas opostas para os terminais 68 e 69.

Você deve lembrar que o alto-falante tem uma bobina e um ímã internos. Quando usado como um alto-falante normal, eletricidade flui através da bobina, e um campo magnético é criado em torno da bobina. O ímã atrai ou repulsa a bobina dependendo do campo magnético criado pela bobina. Assim a bobina move-se; este movimento é transferido para o cone de papel colocado junto a bobina e isto cria o som que você ouve.

Aqui, o alto-falante é usado como microfone, assim o oposto é que está presente. Quando o som faz a bobina movimentar-se, a distância do ímã muda, e a magnitude do campo magnético varia, aparecendo tensão em ambas as extremidades da bobina. Esta pequena tensão é aplicada ao primário do transformador, que então resulta em uma tensão maior no lado secundário do transformador.

Utilizando-se do alto-falante como microfone, o circuito é simplificado. Para utilizarmos o fone de ouvido como nos projetos anteriores, nós precisaríamos construir circuitos mais complexos.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-110, 5-68-93, 63-131, 69-81-109, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-82-13-Fone de Ouvido, 94-67-14-Fone de Ouvido.

### NOTAS

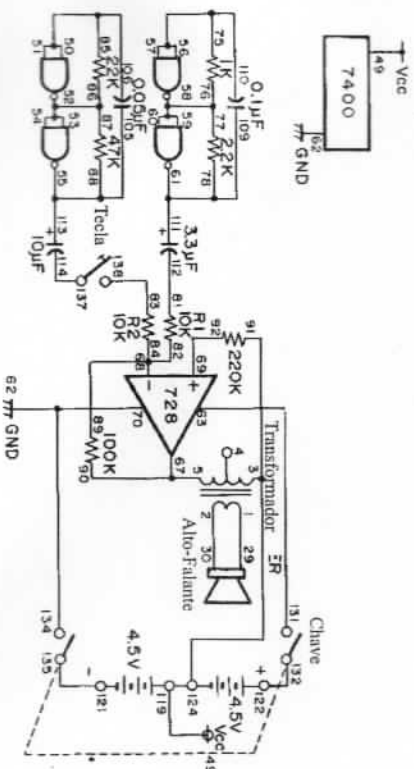


## 79. AMPLIFICADOR MISTURADOR DE TOM

Que tal construir um amplificador misturador de tom? Existem muitos tipos diferentes de circuitos misturadores de tom, mas o amplificador operacional é considerado um dos melhores.

Após completar o cabeamento, selecione a chave para a posição A para alimentar o circuito. Note o tom que é produzido. Agora pressione a tecla para misturar este tom com um outro. Você pode mudar os dois tons separadamente pela mudança nos valores dos dois resistores de 10k ohms.

Assim, o amplificador misturador de tom permite a você misturar dois tons pela mudança das resistências sem necessidade de alterar o restante do circuito.



Sequência de cabeamento:

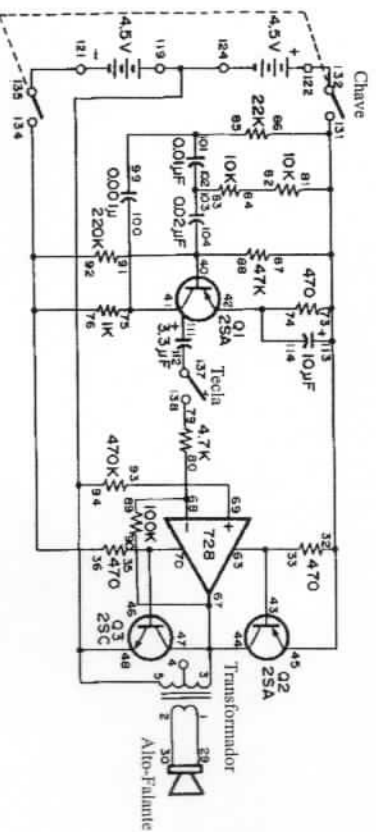
1-29, 2-30, 3-49-91-119-124, 5-67-90, 50-51-85-106, 52-53-54-87-86, 55-88-105-113, 56-57-75-110, 58-59-60-76-77, 78-61-109-111, 62-70-134, 63-131, 68-82-84-89, 69-92, 81-112, 83-138, 114-137, 121-135, 122-132.



## 80. AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA USANDO AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Agora vamos produzir um som ruído com a combinação de um amplificador operacional com dois transistores. Após completar o cabeamento, selecione a chave para a posição A para alimentar o circuito. Quando você pressionar a tecla você ouvirá um som ruído do alto-falante.

A fonte de sinal para este som é um oscilador do tipo capacitor-resistor. O amplificador operacional atua como um amplificador não inversor, e os transistores Q2 e Q3 levam o alto-falante a produzir o som. Este circuito é chamado circuito SEPP (circuito de push/pull de terminação simples). Você aprendeu sobre circuitos push/pull. Terminação simples significa que o circuito tem apenas uma saída. A maioria dos amplificadores tem uma segunda saída que é conectada ao lado negativo (-) da bateria.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-90-67-47-44, 5-94-48-119-124, 73-81-86-87-32-113-45-131, 33-63-43, 35-46-70, 76-92-36-134, 91-88-104-40, 75-100-111-41, 74-114-42, 68-80-89, 69-93, 79-138, 82-84, 83-102-103, 85-99-101, 112-137, 121-135, 122-132.

NOTAS



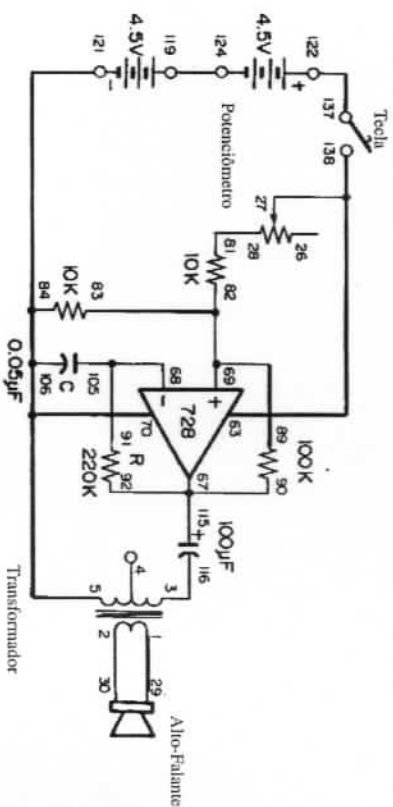
## 82. BUZINA COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

O amplificador operacional duplo trabalha bem como um oscilador. Neste projeto, nós construímos uma buzina elétrica que produz um beep contínuo. Você pode alterar o tom desta buzina girando-se o potenciômetro.

Quando você completar o cabeamento, posicione o potenciômetro na posição de 12 horas e pressione a tecla. Você ouve um som contínuo do alto-falante. Agora gire o potenciômetro enquanto pressiona a tecla. O tom da buzina muda.

Esta buzina elétrica somente produz o beep, mas ele pode ser usado em muitas aplicações diferentes, como você vai ver mais tarde.

O circuito oscilante desta buzina é um multivibrador astável e trabalha como um oscilador produzindo corrente que mostra uma onda quadrada. Variando-se o potenciômetro, varia-se o tom porque ele varia a frequência do sinal. A frequência é determinada pela resistência da entrada (+) da bateria e pela resistência do capacitor que é conectado ao terminal (-) da bateria. Teste como o tom varia quando você selecionar valores diferentes para o capacitor de 0.02µF ou 0.1µF.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-121, 63-27-138, 28-81, 67-90-92-115, 91-68-105, 69-82-83-89, 119-124, 122-137.

### NOTAS

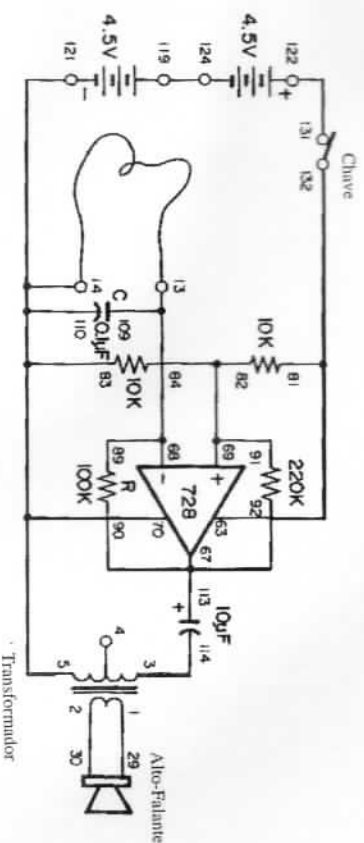
### 83. ALARME CONTRA LADRÃO

Este alarme contra ladrão produz um som quando alguém invadir sua casa e passar sobre um cabo e quebrá-lo ou desconectá-lo do terminal. Ao invés de colocar o cabo no chão, tente descobrir uma maneira de conectar uma chave na porta da sua casa, assim o alarme tocará quando o assaltante abrir a porta.

Comece selecionando a chave para a posição B e monte o circuito. Quando você terminar o cabeamento, conecte os terminais 13 e 14 aos cabos longos, e posicione a chave em A para alimentar o circuito. Neste momento nenhum som deverá estar presente no alto-falante.

Para testar o alarme, retire o cabo do terminal 13. O alto-falante deve emitir um som. Este beep é o alarme que diz a você que o assaltante invadiu sua casa.

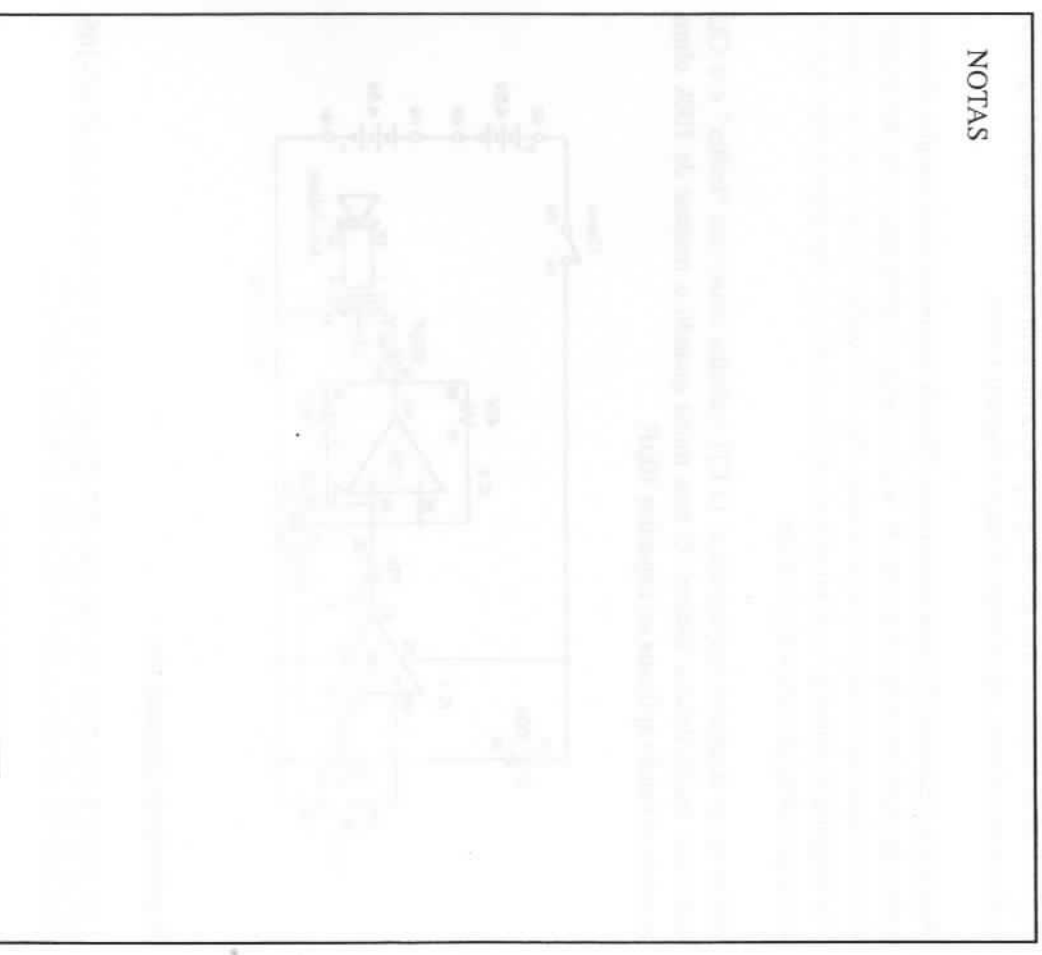
Como você pode ver no esquema, este alarme para assaltante usa um amplificador operacional duplo como um multivibrador astável, como a buzina eletrônica do último projeto. Você pode mudar a frequência usando diferentes valores para o resistor de 10k ohms e para o capacitor de 0,1µF. Veja como o tom da buzina muda quando você troca o resistor de 10k ohms por 47k ohms ou comute os resistores de 100k ohms e 220k ohms, ou seja, troque-os de lugar um com o outro.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-114, 5-14-83-70-110-121, 13-89-68-109, 81-63-132, 67-90-92-113, 69-82-84-91, 119-124, 122-131, 13-14 (Cabos Longos).

#### NOTAS



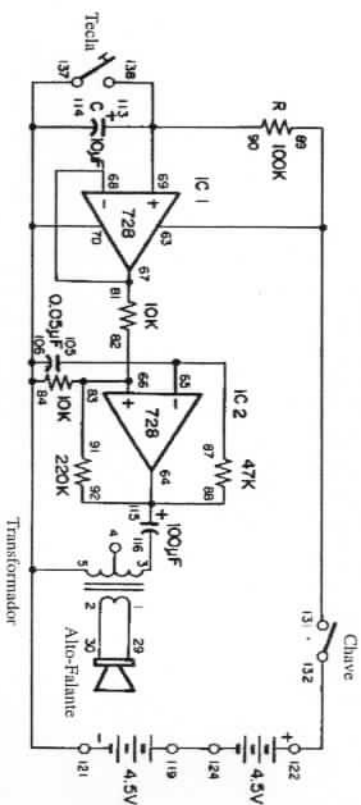
#### 84. OSCILADOR DE VARREDURA OPERADO MANUALMENTE

A buzina eletrônica que construímos no projeto 82 pode somente produzir um beep contínuo, mas nós podemos construir um circuito similar que produza vários sons de sirene.

Agora vamos construir uma sirene que produz um som com tom variável. Quando você move a chave, esta sirene começa a disparar o som.

Posicione a chave em B e monte o circuito. Quando terminar o cabeamento, alimente o circuito posicionando a chave em A. Você ouve um som repentino do alto-falante. O som é baixo no começo e torna-se mais alto, então torna-se um tom fixo durante 3 a 4 segundos. Quando você pressiona a tecla e solta-a, o capacitor descarrega-se e a sirene começa a tocar novamente.

Refina-se ao diagrama esquemático. O CII trabalha como um "buffer" e o CIZ como um multivibrador astável. O tom muda quando o resistor de 100k ohms aumenta a tensão aplicada ao capacitor 10µF.



Sequência de cabeamento:

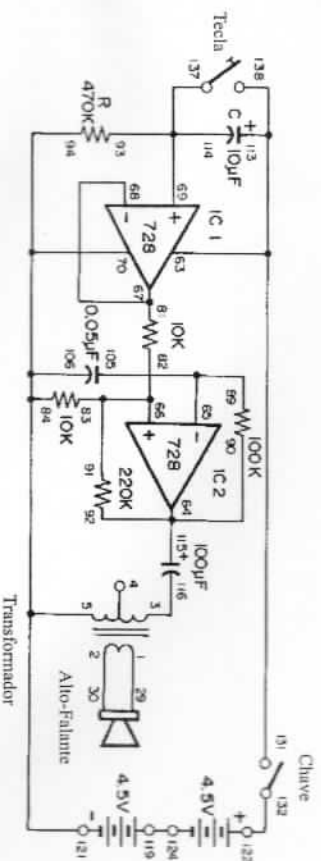
1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-114-137-121, 89-63-131, 64-88-92-115, 65-87-105, 66-82-83-91, 68-67-81, 90-69-113-138, 119-124, 122-132.

## 85. SOM DE BOMBA CAINDO

Aqui está uma outra sirene que pode mudar seu tom. A sirene que construímos no projeto anterior muda o tom para alto, mas este muda o tom de alto para baixo e finalmente pára. Quando ele pára, pressione a tecla e o som da sirene irá iniciar novamente.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando você completar o cabeamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito, e você ouvirá um tom alto que gradativamente torna-se menor até desaparecer. Pressione a tecla para começar novamente.

Como a sirene do projeto anterior, esta sirene usa o C11 como um "buffer" e o C12 como um multivibrador astável. O capacitor C e o resistor R mudam o tom do som da sirene. O tom muda lentamente quando você aumenta os valores de C e R, e muda rapidamente quando diminui os valores de C e R. Use o capacitor de 3.3 $\mu$ F no lugar de C e veja como o tom muda.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-94-106-70-121, 63-113-131-138, 64-90-92-115, 65-105-89, 66-82-83-91, 68-67-81, 93-69-114-137, 119-124, 122-132.

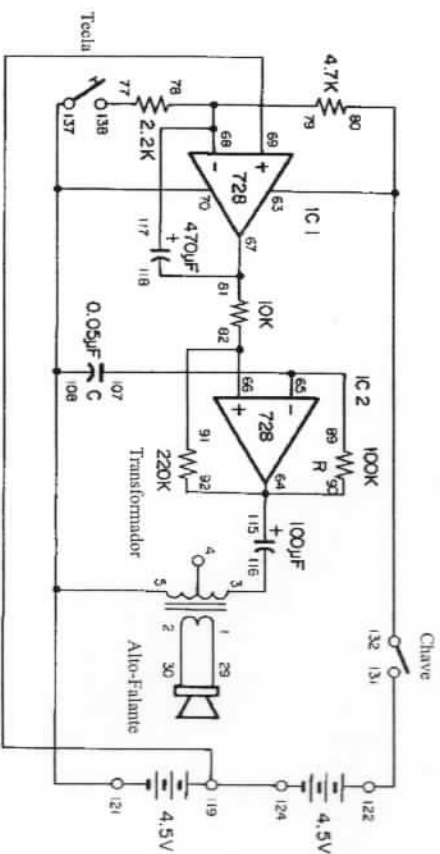
## NOTAS

## 86. SIRENE DE EMERGÊNCIA

As sirenes que construímos nos projetos 84 e 85 ("Oscilador de Varredura Operado Manualmente" e "Som de Bomba Caindo", respectivamente) mudam o tom somente em uma direção, mas este um produz um som baixo que torna-se alto e volta novamente a ser baixo. A sirene soa somente uma vez quando você pressiona a tecla.

Monte o circuito após posicionar a chave em B. Ligue a sirene posicionando a chave em A. Quando você pressiona a tecla a sirene começa com o som original baixo. Você ouve o som da sirene mudar da maneira que esperava? O CII é um oscilador que produz a corrente que forma uma onda triangular, assim quando você pressiona a tecla, ele produz uma onda triangular de saída. Então a saída é enviada para o C12 que atua como um multivibrador astável.

Nos projetos 84, 85 e 86 o multivibrador astável produz o som da sirene e o tom muda de acordo com os valores de R e C. Descubra como o tom muda quando você usa um capacitor de 0.02 $\mu$ F e então um de 0.1 $\mu$ F no lugar de C.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-116, 5-70-108-137-121, 80-63-132, 64-90-92-115, 65-89-107, 66-82-91, 81-67-118, 78-79-68-117, 69-119-124, 77-138, 122-131.

## NOTAS



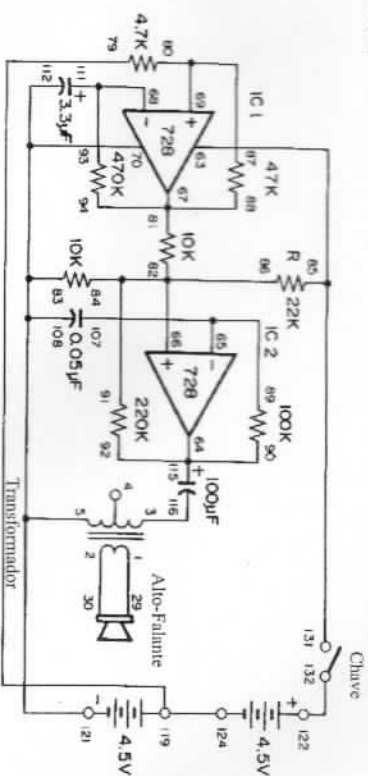
## 87. SIRENE DE PRIMEIROS SOCORROS

As sirenes que construímos nos projetos 84, 85 e 86 ("Oscilador de Varredura Operado Manualmente", "Som de Bomba Caindo" e "Sirene de Emergência", respectivamente) mudam o tom de seus sons suavemente entre alto e baixo, mas esta sirene é um pouco diferente. Ela fornece um som alternado entre alto e baixo.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Após terminar o cabeamento e posicionar a chave em A, o circuito é alimentado e o alto-falante produz um som com duas tonalidades.

Esta sirene é construída com dois multivibradores astáveis. O C12 produz o som do beep normal que você ouviu no projeto 82 ("Buzina com Amplificador Operacional"), e o C11 produz um sinal que muda a tonalidade do som em intervalos regulares.

Vamos efetuar uma pequena experiência agora. Retire o resistor de 22k ohms, e você notará que a sirene emite um beep intermitente ao invés do som com dois tons. Você pode descobrir por que? Sim, o C11 interrompe o som da sirene produzida pelo C12.



Sequência de cabeamento:

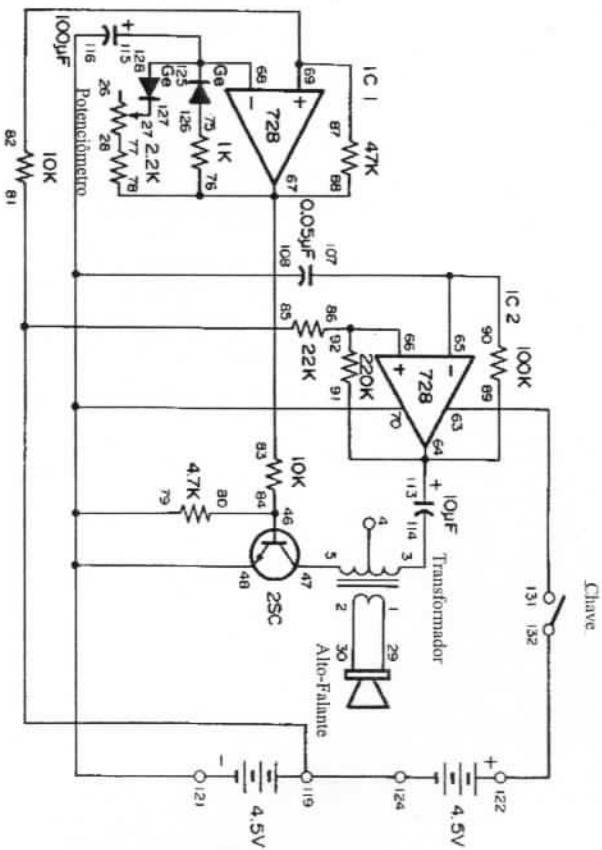
1-29, 2-30, 3-116, 5-83-70-108-112-121, 85-63-131, 64-90-92-115, 65-107-89, 66-82-84-86-91, 81-94-88-67, 93-68-111, 69-80-87, 79-119-124, 122-132.

NOTAS

## 88. GERADOR DE RITMO MUSICAL

Aqui está a versão amplificador operacional do metrônomo eletrônico do projeto 9 ("Metrônomo Eletrônico"). Posicione a chave em B, e conecte os cabos cuidadosamente - este projeto é muito mais complicado do que a maioria dos outros. Quando você terminar de montar o circuito, posicione o potenciômetro na posição de 12 horas e posicione a chave em A para alimentar o circuito. Você ouvirá um som do alto-falante em intervalos fixos. Agora lentamente gire o potenciômetro para o sentido horário, e o compasso torna-se mais rápido.

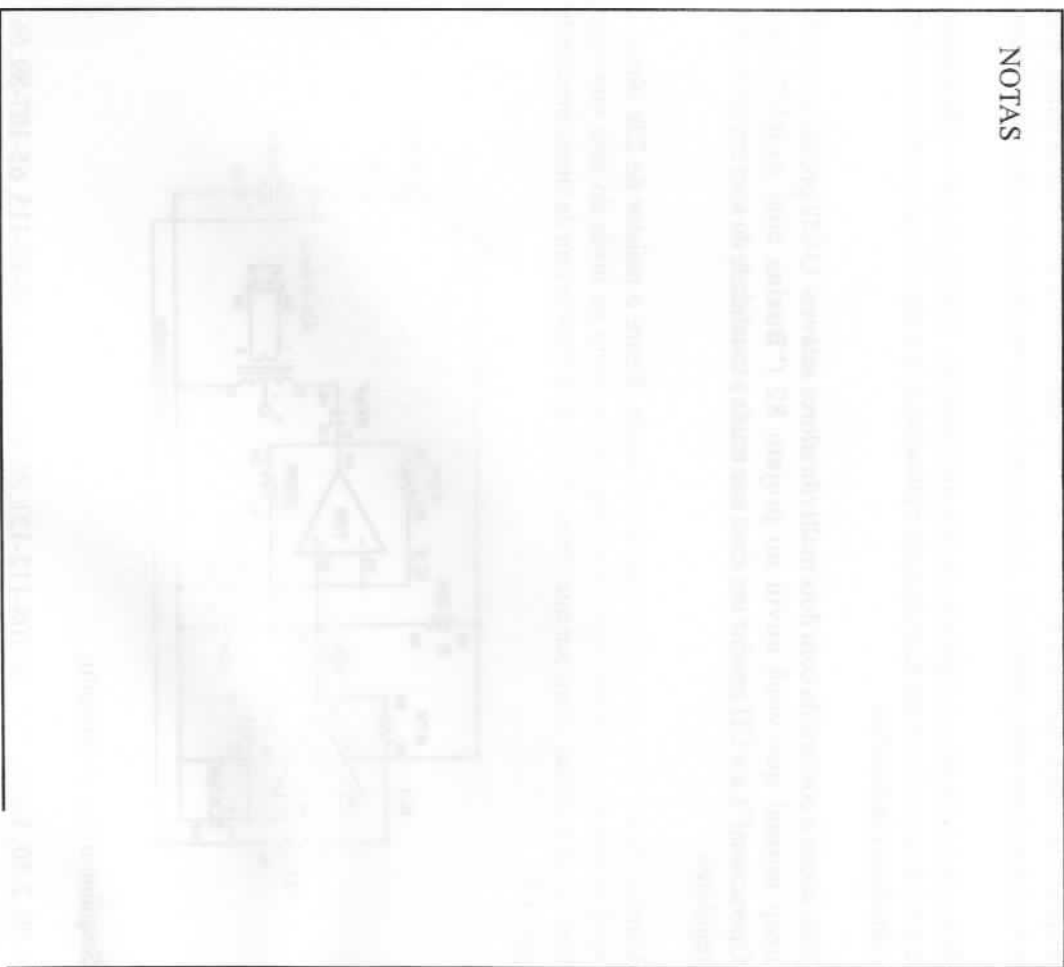
Agora observe o diagrama esquemático. O C11 e o C12 são usados como multivibradores astáveis, como no nosso último projeto. Mas você notará que o C11 utiliza diodos para gerar pulsos curtos e o potenciômetro é usado para ajustar a velocidade dos pulsos. O transistor é habilitado cada vez que um pulso é gerado, e produz o som.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-114, 5-47, 27-127, 28-77, 46-80-84, 79-70-108-116-48-121, 63-131, 89-91-113-64, 65-90-107, 86-92-66, 78-76-83-88-67, 68-115-125-128, 82-87-69, 75-126, 85-81-119-124, 122-132.

### NOTAS



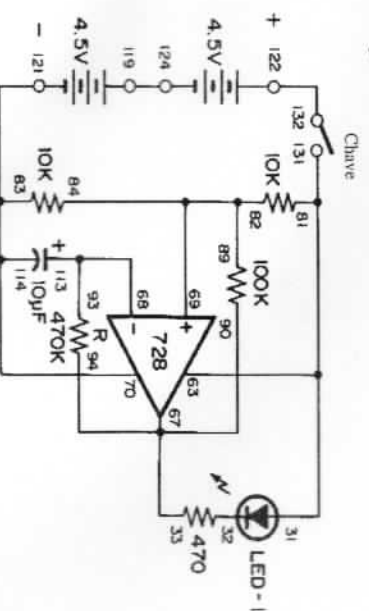
## 89. PISCAR DE LED COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Agora vamos fazer com que um LED pisque usando amplificador operacional duplo. Neste circuito, um LED acende e apaga-se lentamente.

Selecione a chave para a posição B e conecte os cabos deste projeto. Quando você terminar a montagem do circuito, posicione a chave em A para alimentar o circuito. Após alguns segundos você verá que o LED começa a piscar. Olhe atentamente e você notará que o ciclo é praticamente simétrico, ou seja, o período que permanece apagado é igual ao período que permanece aceso.

O amplificador operacional duplo trabalha como um multivibrador astável de baixa frequência. Você pode mudar o período de oscilação, isto é, a taxa com que o LED pisca, usando diferentes valores de R e C. Veja o que acontece com esta taxa quando você muda o valor do resistor R para 220k ohms.

Uma última informação - o amplificador operacional duplo tem uma alta impedância de entrada - resistência de entrada - assim ele perde muito pouca corrente. Isto significa que você pode usá-lo para construir temporizadores e piscadores precisos com intervalos longos.



Sequência de cabeamento:

81-31-63-131, 33-67-90-94, 93-68-113, 69-82-84-89, 83-70-114-121, 119-124, 122-132.

## NOTAS



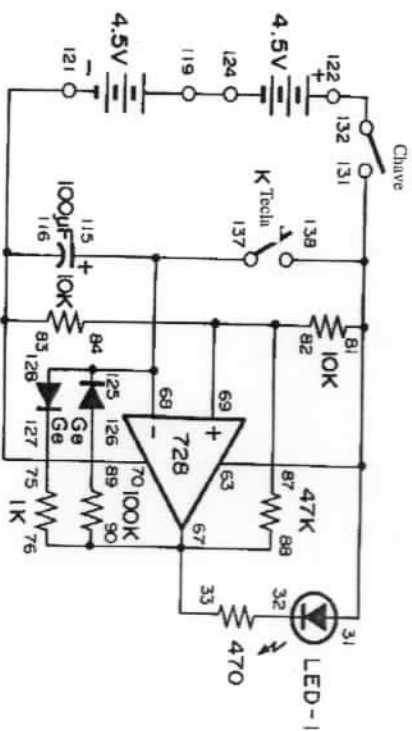
## 90. BRILHO INSTANTÂNEO DE LED

O LED do último projeto piscava com o intervalo que permanecia aceso igual ao intervalo que permanecia apagado, mas agora vamos fazê-lo acender durante um período bem curto.

Comece posicionando a chave em B e monte o circuito. Este circuito utiliza dois diodos. Durante a construção deste projeto, assegure-se de conectar os diodos nas direções corretas.

Quando terminar a montagem do projeto, alimente o circuito posicionando a chave em A, e toque levemente a tecla. O LED começa a piscar imediatamente. Mesmo que você não pressione a tecla, o LED acende após o circuito ser alimentado; se você pressionar a tecla, o LED começa a piscar imediatamente.

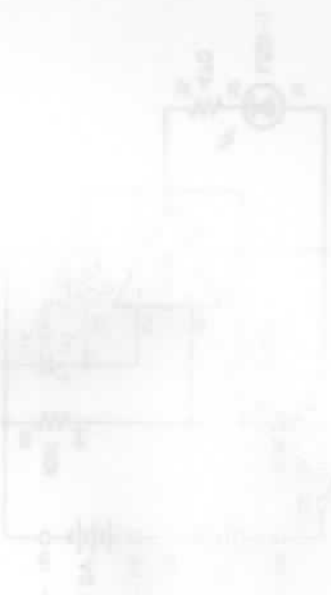
Como no projeto anterior, este circuito usa um amplificador operacional duplo como um multivibrador, mas o tempo que o LED fica aceso é bem mais curto por causa dos dois diodos.



Sequência de cabeamento:

81-31-63-131-138, 33-67-88-90-76, 68-115-137-128-125, 69-87-82-84, 83-70-116-121, 75-127, 89-126, 119-124, 122-132.

NOTAS

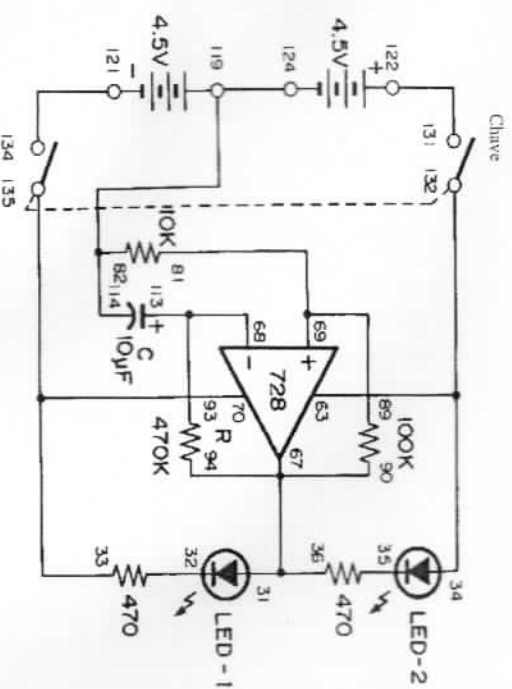


## 91. PISCAR DE DOIS LEDs

O circuito LED dos projetos 89 e 90 ("Piscar de LED com Amplificador Operacional" e "Brilho Instantâneo de LED", respectivamente) utilizam um LED cada, mas o circuito deste projeto utiliza dois LEDs. Posicione a chave em B e monte o circuito. Então alimente o circuito posicionando a chave em A e espere alguns segundos. Os LEDs acendem-se e apagam-se alternadamente.

O amplificador operacional duplo trabalha como um multivibrador astável como no projeto anterior. Quando a saída é alta, o LED1 acende; quando é baixa, o LED2 acende.

Você pode mudar a velocidade do acender e apagar usando diferentes valores para R e C. Veja como a velocidade dos pulsos muda quando você varia o valor de R para 220k ohms.



Sequência de cabeamento:

31-36-67-90-94, 33-70-135, 34-63-132, 93-68-113, 81-89-69, 82-114-124-119, 121-134, 122-131.

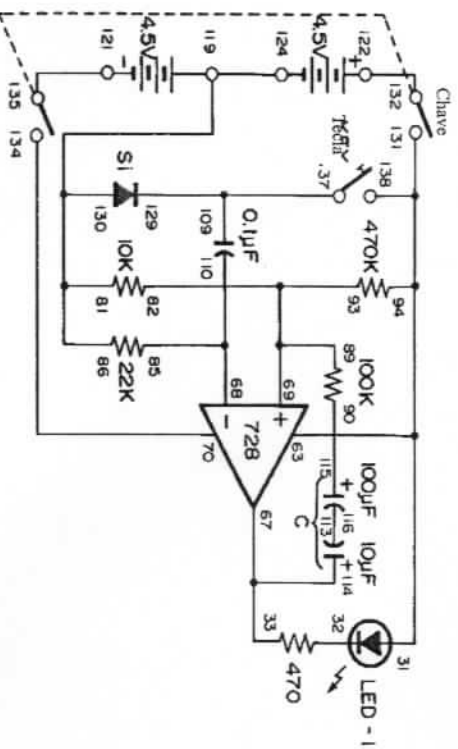
NOTAS

## 92. LUZ DE ACENDIMENTO ÚNICO

Nós construímos muitos circuitos usando amplificador operacional duplo, mas existem muitas outras maneiras de se usar este CI. O multivibrador de disparo único é um deles. Com este multivibrador, nós podemos fazer o LED ficar aceso durante um período de tempo pré-fixado quando a tecla é pressionada - uma luz de acendimento único.

Selecione a chave para a posição B e construa o circuito. Alimente o circuito posicionando a chave em A. O LED acende, mas rapidamente apaga-se. Agora pressione a tecla e veja o que acontece. O LED acende e permanece assim por 2 a 3 segundos e então apaga-se.

Você pode variar o tempo que o LED fica aceso usando valores diferentes para C. Mude o valor de C de 10µF para 100µF e veja o que acontece com o LED. Ele fica aceso mais tempo.



Sequência de cabeamento:

31-63-94-131-138, 33-67-114, 85-68-110, 69-82-89-93, 70-134, 81-86-130-124-119, 90-115, 109-137-129, 113-116, 121-135, 122-132.

NOTAS

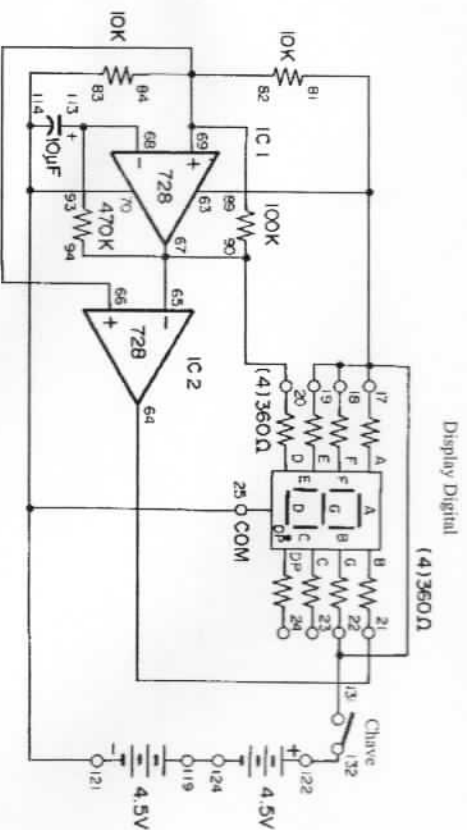
### 93. LED INICIAL

O display LED digital não pode mostrar todas as 26 letras do alfabeto, mas é possível mostrar muitos delas. Vamos fazer o LED display mostrar as iniciais E e P de seu Projeto Eletrônico ("Electronic Project"). Você pode mostrar outras iniciais, também. Você pode emocionar seu/sua namorado(a) mostrando suas iniciais.

Posicione a chave em B e construa o circuito. Quando terminar o cabearamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito, e você verá as letras E e P acenderem alternadamente no display LED.

O C11 trabalha como um multivibrador astável e mostra a letra E. O C12 é usado como um inversor, com uma saída que é oposta a do C11; ele mostra a letra P.

Agora que você mostrou com sucesso as letras E e P, por que não tenta mostrar outras letras? Isto será muito fácil se você observar atentamente o esquema.



Sequência de cabearamento:

22-17-18-19-63-131-81, 20-65-67-90-94, 21-64, 83-114-70-25-121, 66-69-82-84-89, 93-68-113, 119-124, 122-132.

### NOTAS



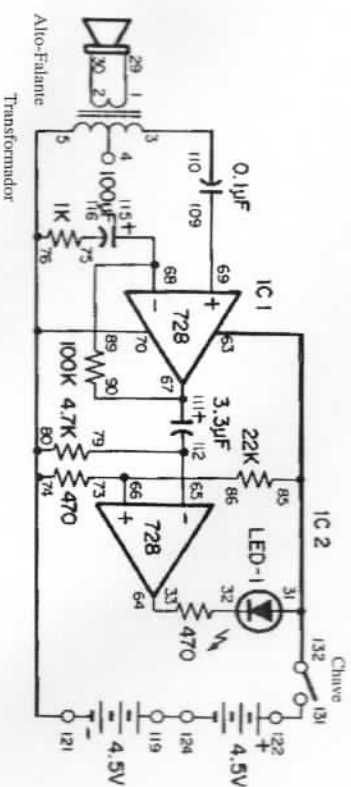


## 95. LED ATIVADO PELA VOZ

Você pode usar um microfone para detectar som. Aqui vamos construir um circuito que acende um LED quando o microfone detecta um som, usando o alto-falante como microfone.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando terminar o cabeamento, alimente o circuito posicionando a chave em A. Então fale no microfone - o alto-falante - ou dê um toque leve sobre o microfone. O LED acende em resposta.

Observe o esquema. O C11 atua como um amplificador de microfone - um amplificador não inversor com ganho de cerca de 100. O C12 trabalha como um comparador. Seu terminal de entrada (+) recebe a tensão de referência da bateria. A saída do amplificador de microfone vai para o terminal de entrada (-) do comparador. Quando esta tensão de entrada é maior que a tensão de referência, o nível da saída do comparador torna-se baixo e o LED acende.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-110, 5-76-74-80-70-121, 85-31-63-132, 33-64, 79-65-112, 73-86-66, 90-67-111, 89-68-115, 69-109, 75-116, 119-124, 122-131.

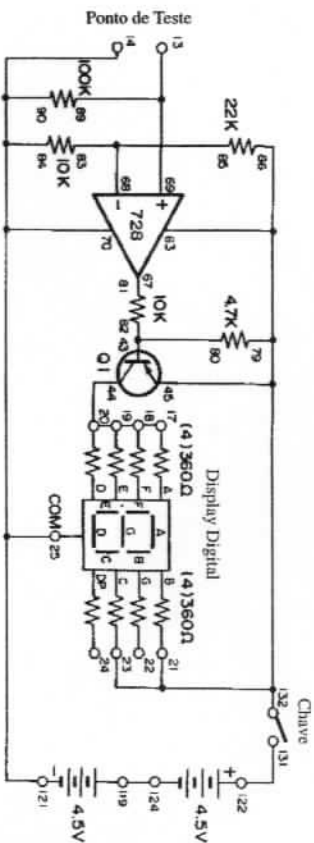
NOTAS

## 96. TESTADOR LÓGICO

Nós sabemos que os circuitos digitais produzem saídas altas ou baixas (H ou L - 1 ou 0). Agora vamos construir um testador lógico que mostra 1 para nível alto (H) e 0 para nível baixo (L) no display LED.

Selecione a chave para a posição B e monte o circuito. Quando terminar o cabeamento, alimente o circuito posicionando a chave em A. O número 0 é mostrado no display porque o terminal de teste (terminal 13) está a nível baixo quando nenhuma entrada é aplicada. Conecte o terminal de teste ao terminal 122 para aplicar 4.5V. O display muda para 1.

Observe o esquema. O amplificador operacional duplo trabalha como um comparador. A tensão de referência de aproximadamente 3V é aplicada ao seu terminal de entrada negativo (-). Quando a tensão de entrada do terminal positivo (+) é maior que a tensão de referência, o nível de saída do comparador torna-se alto, desabilitando a transistor Q1. O segmento "a", "e", "f" e "d" do display apagam-se, deixando o número 1 no display.

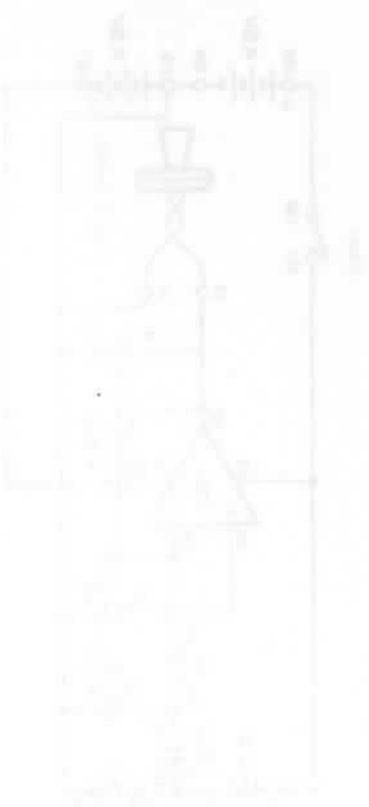


Sequência de cabeamento:

17-18-19-20-44, 86-79-63-21-23-45-132, 43-80-82, 67-81, 68-83-85, 119-124, 122-131, 69-89-13-Ponto de Teste, 121-25-70-90-84-14-Ponto de Teste.

NOTAS

## IX. MAIS AVENTURAS COM O AMPLIFICADOR OPERACIONAL

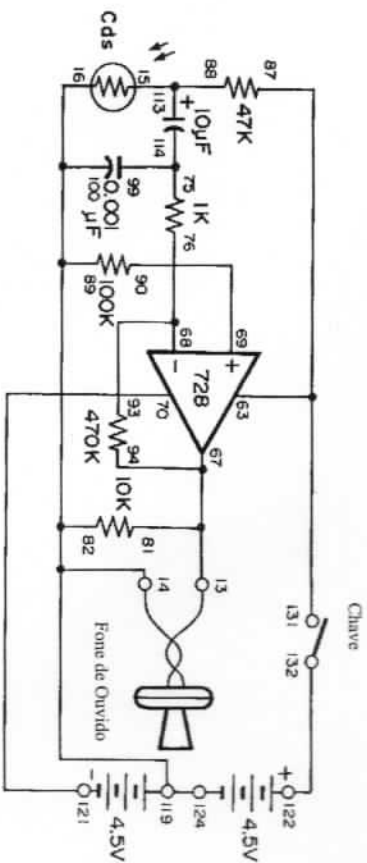


## 97. SOM DE CORRENTE ALTERNADA

O circuito deste projeto permite a você ouvir o som de uma corrente alternada. Você provavelmente sabe que a potência elétrica que percorre através de sua casa é uma corrente alternada. Todos os aparelhos que recebem alimentação da rede (tomada) operam com corrente AC (Corrente Alternada) - inclusive as lâmpadas. As lâmpadas na realidade piscam a uma taxa de 60 vezes por segundo, mas parece que está aceso constantemente porque nossos olhos não podem perceber. Neste projeto você ouvirá o som convertido da luz.

Pronto para começar? Após construir este projeto, alimente o seu kit posicionando a chave em A. Coloque a célula Cds perto de uma lâmpada elétrica. Você pode ouvir um chiado no fone de ouvido? Este é o som da corrente alternada. Agora coloque a célula Cds sobre uma lâmpada fluorescente, e ouça um som similar.

Este circuito amplifica em muito o sinal de luz que atinge a célula Cds através do amplificador operacional. Ajuste a quantidade de luz sobre a célula Cds com suas mãos. Você pode provavelmente ouvir o volume reduzir e a qualidade do som melhorar. Veja o que acontece quando você expõe a célula Cds a luz do sol.



Sequência de cabeamento:

15-88-113, 87-63-131, 76-93-68, 70-121, 69-90, 75-99-114, 122-132, 67-94-81-13-Fone de Ouvido, 124-119-16-100-89-82-14-Fone de Ouvido.

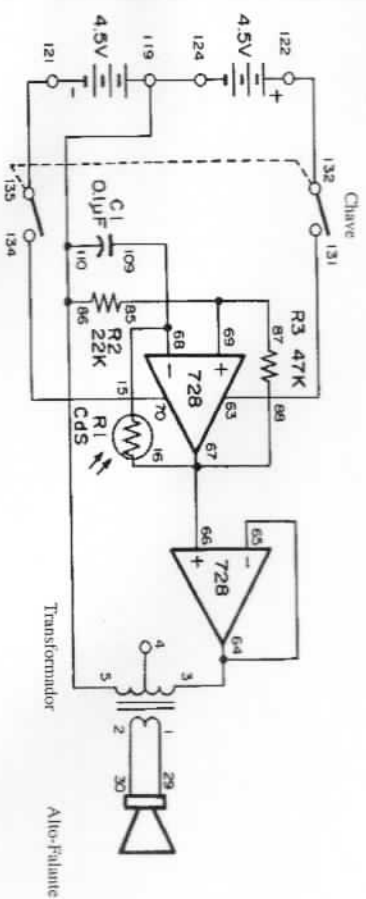
NOTAS

## 98. CIRCUITO DE SOM CONTROLADO POR LUZ

Este circuito muda o intervalo entre cada som de acordo com a quantidade de luz que atinge a célula Cds. O som muda continuamente quando você ajusta a quantidade de luz.

Selecione a chave para a posição A e alimente o circuito após completar o cabeamento. O alto-falante imediatamente produz o som. Mova suas mãos sobre a célula Cds para variar o som.

Você pode calcular aproximadamente o valor da frequência do sinal usando a equação  $1 / 2 \times C1 \times R1$ . Entretanto, o R1, neste projeto, é a célula Cds e não é constante. Você pode alterar o valor da frequência de saída variando C1. Nesta experiência, o alto-falante é equipado com um "buffer", assim o circuito de som controlado por luz não é afetado quando o alto-falante emite som.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-64-65, 5-86-110-119-124, 15-68-109, 16-66-67-88, 63-131, 69-87-85, 70-134, 121-135, 122-132.

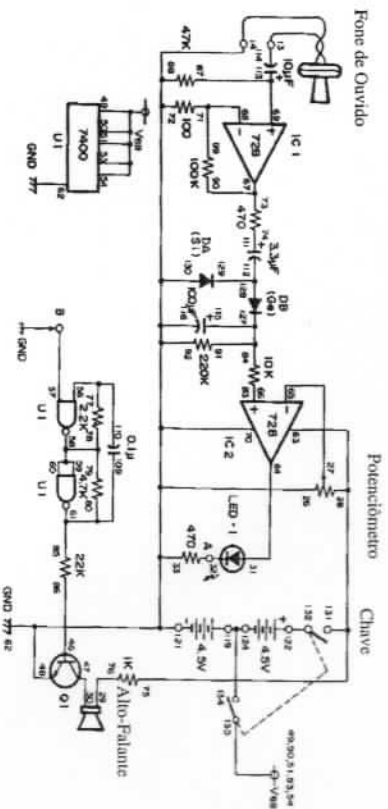
## NOTAS

## 99. CIRCUITO DE ALARME SONORO

Este circuito produz um alarme luminoso e sonoro quando ele detecta sua voz ou qualquer outro som. O fone de ouvido atua como um microfone. Os sons captados pelo microfone são amplificados pelo C11. Os diodos DA e DB retificam o sinal amplificado - isto é, convertem o sinal sonoro de AC para DC. O sinal passa através do C12, o comparador, e ativa o LED e o alto-falante.

Quando terminar de construir o circuito, gire o potenciômetro totalmente para o sentido anti-horário, e posicione a chave em A. Então, gire o potenciômetro para o sentido horário enquanto fala no microfone, e ajuste o potenciômetro na posição em que o LED acende somente quando você fala no microfone. Pare de falar no microfone e veja que o LED apaga-se.

Agora, veja o que acontece quando você desconecta o cabo que está entre os terminais 57 e 62, e reconecte-o entre os terminais 57 e 32. Quando você soprar no microfone (fone de ouvido), o LED acende e o alto-falante emite som.



Sequência de cabeamento:

75-63-28-131, 29-76, 30-47, 31-64, 46-86, 56-77-110, 58-59-60-79-78, 85-80-61-109, 66-83, 67-90-73, 68-89-71, 87-69-113, 74-111, 84-91-115-127, 112-129-128, 49-50-51-53-54-135, 114-13-Fone de Ouvido, 122-132, 27-65, 57-26-121-130-48-116-70-92-88-62-33-72-14-Fone de Ouvido, 119-124-134.

## NOTAS





## 100. TEMPORIZADOR

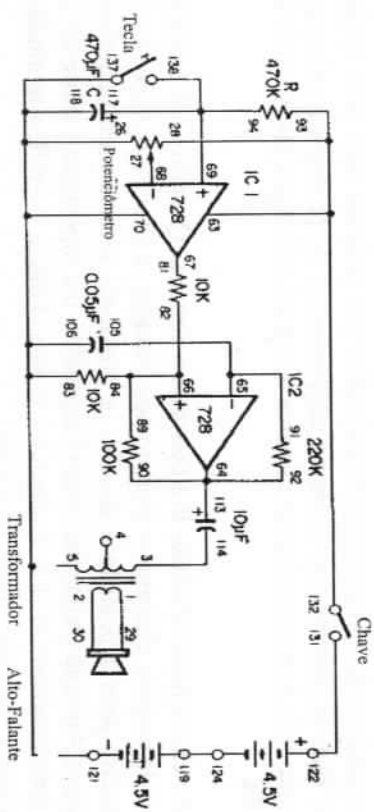
Aqui está um temporizador que você pode usar em testes com tempo marcado ou simplesmente monitorar o tempo. Você pode pré-ajustar este tempo no valor que desejar na faixa de zero a aproximadamente 15 minutos. Quando o tempo ultrapassar o pré-ajustado, um som contínuo é emitido até que você desligue a alimentação ou pressione a tecla para resetar o circuito.

Após construir este circuito selecione o potenciômetro para a posição 2 do dial e posicione a chave em A para alimentar o circuito. A contagem começa quando a tecla é pressionada. O circuito emite um som após aproximadamente 30 segundos ou mais.

Agora posicione o potenciômetro em cada divisão do dial de 2 a 8, e anote quanto tempo o circuito leva para disparar o som. Ajustando a calibração do temporizador - o tempo para cada posição do dial - requer muita paciência, mas isto é necessário para descobrir se seu projeto está trabalhando adequadamente e precisamente. Após você ajustar a calibração, faça um gráfico mostrando cada posição do controle e o tempo que leva para a buzina tocar. Agora, seu temporizador está pronto para o uso.

Observe o esquema. O potenciômetro muda a tensão de referência do comparador (C11). O ajuste do temporizador é determinado pelo resistor R e pelo capacitor C. Quando a tensão aplicada ao terminal positivo (+) do C11 excede a tensão de referência, o alarme toca.

Desde que o amplificador operacional tem uma alta impedância de entrada (resistência de entrada), sua corrente é muito pequena, assim você pode usá-lo para marcar tempos longos. O C12 trabalha como um multivibrador astável que produz o som da buzina.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-106-118-137-26-121, 93-63-28-132, 92-90-64-113, 65-105-91, 66-82-84-89, 67-81, 94-69-117-138, 119-124, 122-131, 27-68.

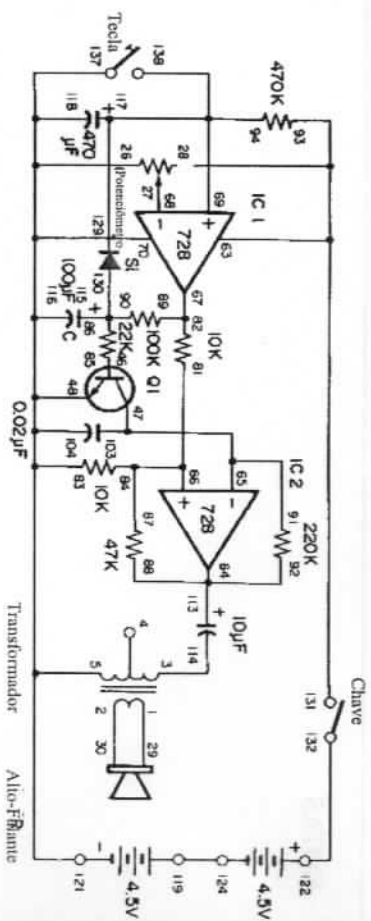
NOTAS

## 101. TEMPORIZADOR DE COZINHA

Você não gostaria de montar um temporizador que pudesse usar para cozinhar refeições? Este temporizador é o mesmo temporizador do projeto passado exceto em um ponto. Ele fornece o alarme somente durante 1 a 2 segundos parando logo em seguida.

Selecione a chave para a posição B e construa o circuito. Quando você terminar a montagem do projeto, alimente o circuito posicionando a chave em A. Posicione o potenciômetro para a posição 2 do dial, e pressione a tecla para inicializar o temporizador. Após aproximadamente 40 segundos, o temporizador emite um som durante aproximadamente 1 a 2 segundos e pára. Utilize o gráfico montado no projeto anterior para pré-ajustar os tempos.

Observe o esquema. Quando o tempo pré-ajustado é alcançado, o comparador (C12) envia um sinal de saída. Após o tempo de 1 a 2 segundos produzidos por R e C, o transistor Q1 é habilitado para parar o multivibrador. O diodo de silício descarrega o capacitor C e restaura o circuito para o estado original quando o temporizador é reiniciado.



Sequência de cabeamento:

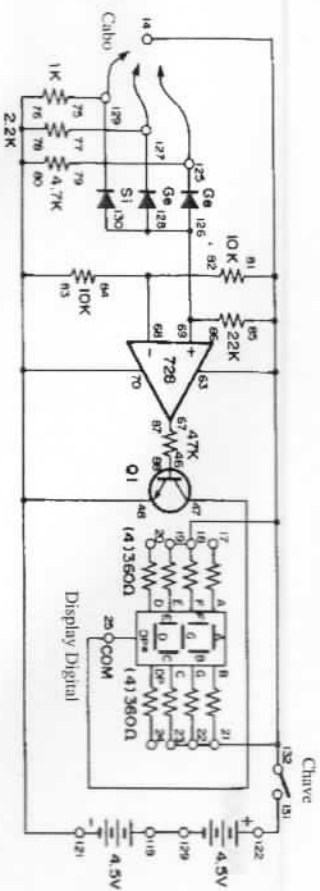
1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-104-116-118-137-48-26-121, 27-68, 93-63-28-131, 46-85, 91-103-65-47, 92-88-64-113, 81-84-87-66, 67-82-89, 69-94-117-138-129, 86-90-115-130, 119-124, 122-132.

NOTAS

## 102. PORTA AND DE TRÊS ENTRADAS USANDO AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Quem diz que o amplificador operacional não pode ser usado em circuito digital? Aqui, vamos usá-lo para construir uma porta AND. O display LED é a saída do dispositivo. Se ele não mostrar nada, pelo menos um dos sinais de entrada está no nível lógico 0 ou baixo; se mostrar H, todas as entradas devem estar em nível lógico 1 ou alto.

Quando você completar o cabeamento, alimente o circuito posicionando a chave em A. O LED mantém-se escuro. Os terminais 125, 127 e 129 são os terminais de entrada. Estes terminais são conectados ao terminal negativo (-), assim não leva o LED a acender. O terminal 14 é conectado ao terminal positivo (+), assim é o terminal com nível lógico 1. Quando você conecta os terminais 125, 127 e 129 ao terminal 14 em várias combinações, você vê que o LED acende e mostra H somente quando todos os terminais 125, 127 e 129 são conectados ao terminal 14 - nível lógico 1.



Sequência de cabeamento:

14-85-81-63-19-18-21-22-23-132, 25-47, 46-88, 78-76-83-80-70-48-121, 67-87, 68-82-84, 86-69-126-128-130, 129-75-Cabo, 127-77-Cabo, 125-79-Cabo, 119-124, 122-131.

NOTAS

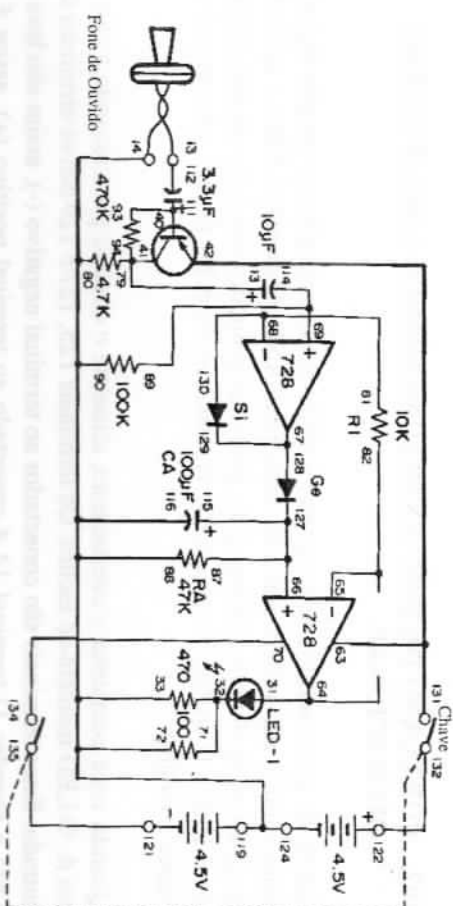
### 103. MEDIDOR DE NÍVEL DE VOZ

Neste projeto construímos um medidor de nível de voz. O brilho do LED neste circuito muda de acordo com o nível de entrada de voz que vem do microfone (o fone de ouvido). Como o nível de voz muda rapidamente, o brilho do LED também deve mudar muito rapidamente. Para mostrar o nível de entrada de voz mais alto, usamos um circuito chamado circuito congelador de nível de pico. Assim permite-se que o LED mantenha um certo brilho após alcançar a amplitude de pico, ao invés de apagar-se imediatamente.

Posicione a chave em A após completar a montagem. Você usará o fone de ouvido como microfone. Fale alto ou grite no fone de ouvido. Você pode ver o LED acender com brilho temporariamente e então gradualmente tornar-se escuro.

Observe o esquema. Você pode ver que o sinal do fone de ouvido viaja através do transistor PNP e então torna-se a entrada positiva (+) do primeiro amplificador operacional. A saída deste amplificador operacional é armazenada no capacitor de 100µF. A tensão deste capacitor torna-se menor pois descarrega-se lentamente através do resistor de 47k ohms. Como a tensão diminui, o LED também perde o brilho. Ao mesmo tempo, a tensão que acende o LED flui para a entrada negativa (-) do primeiro amplificador operacional. O primeiro amplificador compara esta tensão com o sinal de entrada do fone de ouvido; quando o sinal de entrada é maior, ele carrega o capacitor de 100µF, quando o sinal é menor nenhuma saída é produzida.

Você pode mudar o brilho do LED trocando-se o resistor RA (47k ohms) ou o capacitor CA (100µF).



Sequência de cabeamento:

112-13-Fone de Ouvido, 119-124-116-33-88-90-80-72-14-Fone de Ouvido, 31-65-64-82, 32-71, 93-111-40, 79-94-113-41, 63-42-131, 87-66-127-115, 67-129-128, 81-68-130, 89-69-114, 70-134, 121-135, 122-132.

NOTAS

#### 104. CIRCUITO REINICIALIZADOR AO LIGAR

Você sabe o que um circuito reiniciador faz? Ele ativa outros circuitos e detecta qualquer flutuação de tensão de maneira a prevenir mal funcionamento. Neste projeto, nós mudamos a tensão da fonte de alimentação para o circuito com a chave. A alimentação da porção do display do circuito está em nível lógico alto quando a chave está posicionada em A; está desligado quando a chave está na posição B. O display LED mostra 1 quando o circuito é reinicializado.

Vamos começar a experiência. Primeiramente, complete o cabeamento e posicione a chave em B. Agora, com a chave posicionada em B, o circuito reinicializador ao ligar opera em 6V, e os três LEDs acendem com pouco brilho. O display LED está desligado, significando que o circuito de display não está ativo.

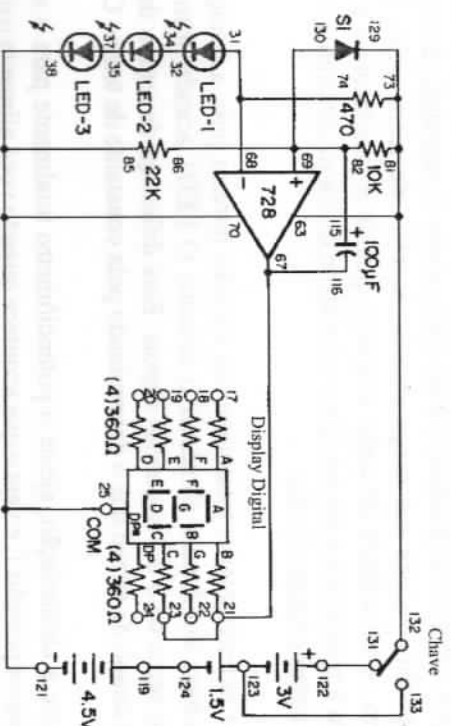
Agora, posicione a chave em A. Você pode ver os três LEDs brilharem porque a tensão de alimentação foi trocada para 9V. Por um momento o display ainda não mostra nada, indicando que o circuito está sendo reinicializado. Após um curto intervalo, o LED mostra 1 para indicar que o circuito terminou o reinicialização e agora está estabilizado.

Posicione a chave em B para comutar a tensão de alimentação de volta para 6V. Você verá que o 1 do LED desaparece, porque agora o circuito de display está desligado.

Observe o esquema enquanto lê o restante das informações. O amplificador operacional atua como um comparador. O terminal negativo (-) recebe a tensão de referência de cerca de 5.4V. Quando a chave está na posição B, o terminal positivo (+) recebe cerca de 4.1V assim o comparador não permite que o display acenda. Quando você usa a posição A para chavear a tensão de 9V, o capacitor de 100µF faz com a tensão do terminal positivo (+) do comparador aumente gradualmente para cerca de 6V. Quando esta tensão excede a tensão de referência de 5.4V, o display LED mostra 1.

Quando você posiciona a chave em B, a tensão do terminal positivo (+) do amplificador descarrega-se através do diodo, assim a tensão é imediatamente reduzida a 4.1V.

Embora este circuito pareça muito simples (consistindo de apenas um amplificador operacional), é muito complexo e importante para uso futuro.



Sequência de cabeamento:

21-23-67-116, 85-70-38-25-121, 31-68-74, 32-34, 35-37, 73-81-63-129-132, 86-82-69-115-130, 119-124, 122-131, 123-133.

NOTAS

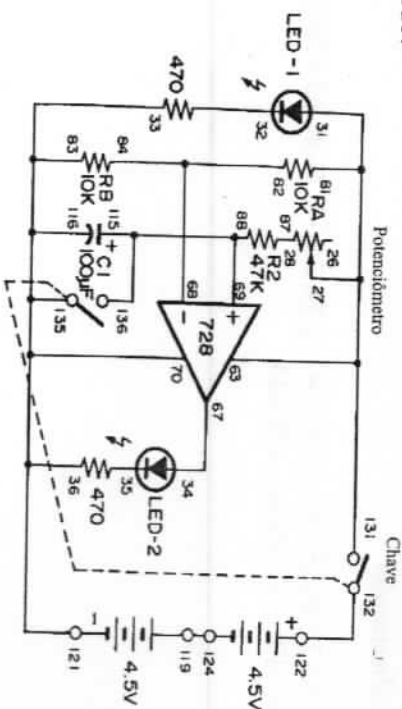
## 105. TEMPORIZADOR ATRASADO

Este circuito é um temporizador atrasado que usa um amplificador operacional e a constante de tempo CR. Você se lembra que CR significa capacitor/resistor. Um circuito de constante de tempo é um circuito que atrasa uma operação.

O terminal negativo (-) do amplificador operacional recebe uma tensão de aproximadamente 4.5V através dos resistores RA e RB. Esta é a tensão de referência do comparador. O terminal positivo (+) do comparador é conectado ao capacitor C1. Este capacitor recebe sua carga através da série de resistências R2 e o potenciômetro. A velocidade de carga é menor quando a resistência é maior, e maior quando a resistência é menor. Esta velocidade de carga determina o tempo de atraso do circuito temporizador.

Agora gire o potenciômetro totalmente no sentido horário para a posição 10. Posicione a chave em A para alimentar o circuito. O LED1 acende primeiro; o LED2 acende cerca de 5 a 7 segundos depois. Esta diferença de tempo de 5 a 7 segundos é o tempo de atraso que é determinado pela constante de tempo CR.

Agora, desligue a alimentação, ajuste o potenciômetro totalmente para o sentido anti-horário para a posição 1, e veja o que acontece quando você alimenta o circuito novamente. O LED2 acende depois do LED1 novamente, mas quantos segundos mais tarde?



Sequência de cabeamento:

81-31-63-27-131, 28-87, 83-33-36-70-116-135-121, 34-67, 68-82-84, 88-69-115-136, 119-124, 122-132.

### NOTAS

## 106. DUPLICADOR DE FREQUÊNCIA DE PULSO

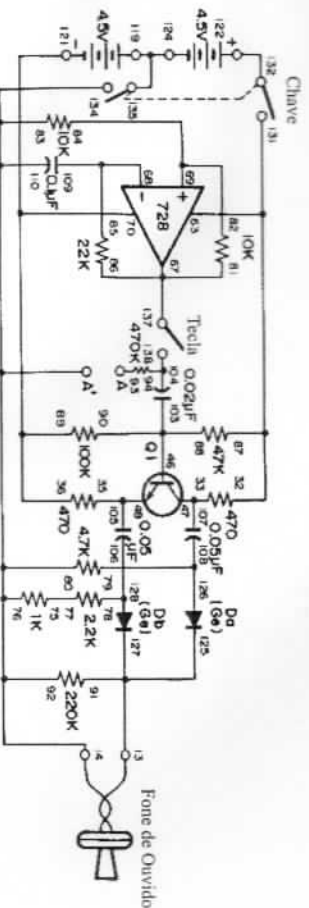
Este é um multiplicador de frequência de pulso com um transistor. Ele é chamado de duplicador de frequência de pulso porque ele dobra a frequência do sinal de entrada.

O amplificador operacional CI 728 atua como um oscilador de onda quadrada. A saída do oscilador é um sinal AC de aproximadamente 500Hz.

Quando completar o cabeamento, posicione a chave em A para alimentar o circuito. Conecte o fone de ouvido aos terminais 93 e 134 e pressione a tecla para escutar o som de oscilação de 500Hz.

Agora, conecte o fone de ouvido aos terminais 13 e 14 e pressione a tecla. Ouça através do fone de ouvido; neste momento você ouve um som que é uma oitava maior que o som anterior. Isto significa que a frequência é duplicada para 1000Hz.

Agora vamos ver como este duplicador de frequência trabalha. O transistor Q1 recebe o sinal do amplificador operacional através da base. A tensão de base varia com a oscilação. Isto resulta num sinal de fase oposta aparecendo no coletor e emissor - quando um sinal está no pico da onda, o outro está no pico oposto (negativo). As duas saídas do transistor Q1 são aplicadas aos diodos Da e Db. Os diodos deixam passar apenas a parte positiva da onda. Estes dois sinais combinam-se para produzir a frequência duplicada.



Sequência de cabeamento:

125-127-91-13, 134-110-92-80-83-76-14, 32-63-87-131, 33-47-107, 35-48-105, 90-36-70-121, 88-89-103-46, 81-86-67-137, 85-68-109, 69-82-84, 75-77, 78-106-128, 79-108-126, 94-104-138, 119-124-135, 122-132, 13-Fone de Ouvido, 14-Fone de Ouvido.

## NOTAS

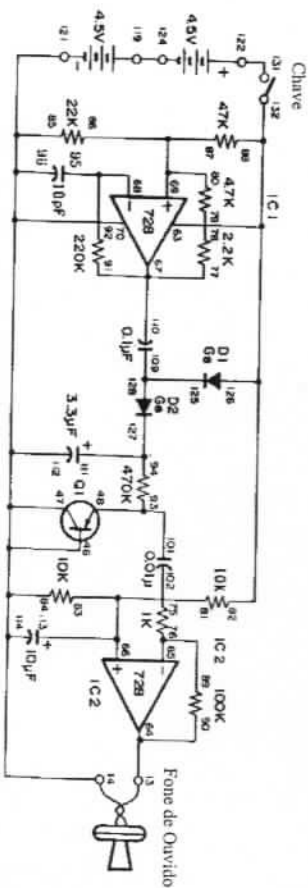


## 107. GERADOR DE RUÍDO BRANCO

Ruído branco é um ruído que tem uma faixa de frequência larga. O ruído que você ouve quando sintoniza seu rádio FM numa área sem estação é um tipo de ruído branco. Os ruídos normalmente não tem utilidade, mas quando você toca instrumentos musicais eletrônicos, você pode usar o ruído branco como fonte de som.

Quando terminar de montar este circuito, posicione a chave em A para alimentar o circuito. Observe o esquema. Nós usaremos o ruído que é gerado quando você aplica uma tensão reversa à base e ao emissor do transistor Q1.

O C11 atua como um oscilador. A saída deste oscilador é retificada (lembre-se deste termo do projeto 99 ("Circuito de Alarme Sonoro")) pelos diodos D1 e D2 e flui para Q1. O C12 amplifica o ruído para que você possa ouvi-la através do fone de ouvido.



Sequência de cabeamento:

64-90-13-Fone de Ouvido, 121-114-112-46-70-96-84-85-14-Fone de Ouvido, 93-48-101, 94-111-127, 82-88-63-132-126, 76-89-65, 113-66-81-83, 77-91-67-110, 68-95-92, 69-80-87-86, 78-79, 109-128-125, 119-124, 122-131, 102-75.

NOTAS



## X. CIRCUITOS DE COMUNICAÇÃO

## 109. OSCILADOR PARA PRÁTICA DE CODIFICAÇÃO COM CONTROLE DE TOM

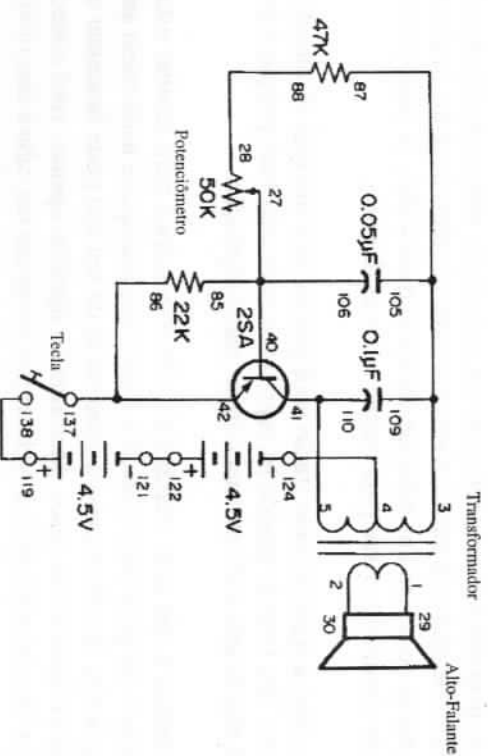
Você gostaria de tornar-se um radioamador? Muitos operadores de rádio começaram usando um oscilador com controle de tom como este um. O controle de tom deste projeto pode ser muito útil porque ouvir o mesmo tom por muito tempo pode ser muito chato. Simplesmente conecte os cabos do circuito e o seu oscilador para prática de codificação está pronto para o uso.

Você pode usar diferentes tons para fazer seu próprio código, somando-se ao Código Morse - o sistema de código com pontos e traços inventada por Samuel Morse. A melhor maneira de aprender o Código Morse é encontrar alguém que esteja interessado em aprender este código. Selecione uma sequência de códigos e pratique todos os dias. Faça um diagrama do progresso e você poderá ver sua melhora. Envie e receba mensagens, e não levará muito tempo para que o código transforme-se quase que numa linguagem falada. A operação das teclas torna-se automática, como andar de bicicleta ou dirigir um carro. O começo será um pouco trabalhoso, mas quando conseguir será muito gratificante.

Se você deseja praticar sozinho, pode usar o fone de ouvido. Simplesmente desconecte o alto-falante e conecte o fone de ouvido aos terminais 27 e 28. Com estas conexões, o potenciômetro atua como controle de volume assim como controle de tom. Você pode trocar o potenciômetro por um resistor fixa se você deseja um volume e um tom fixos.

Quando você ajusta o potenciômetro para menos resistência no circuito, mais eletricidade flui para o capacitor de  $0,05\mu\text{F}$ , assim ele carrega-se mais rapidamente entre os pulsos. Os pulsos ficam mais juntos um do outro, tornando a frequência (e o tom) maiores. A situação oposta acontece quando o potenciômetro é ajustado para resistência maior.

Após estar hábil com Código Morse, o próximo passo é ver quais as matérias necessárias para a parte escrita do exame da FCC (Comissão de Comunicação Federal). Boa sorte!



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-87-105-109, 4-124, 5-41-110, 85-106-40-27, 28-88, 86-42-137, 119-138, 121-122.

NOTAS

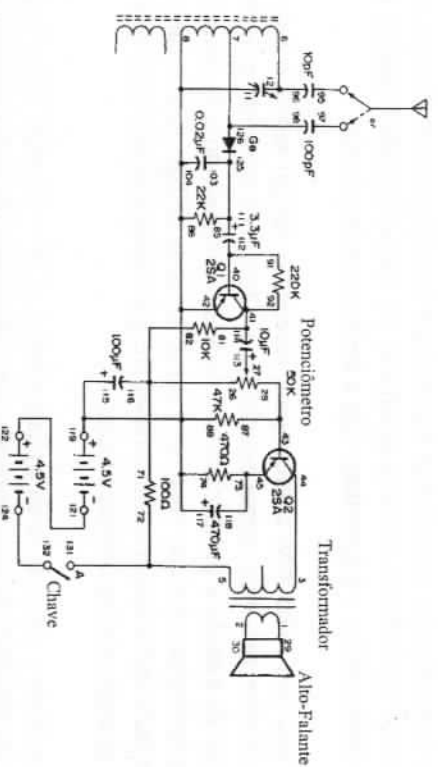


### III. RÁDIO DE DOIS TRANSISTORES

Este é um receptor de dois transistores com ganho suficiente (amplificação) para permitir a você ouvir um sinal através do alto-falante. Rádios simples como este requerem uma boa antena e um bom sistema de aterramento. Monte o circuito e use o terminal 74 como terminal terra. Conecte a antena ao terminal 95 ou 97. Utilize o que apresentar melhor resultado.

Os circuitos detectores de rádio usam um diodo e um resistor de 22k ohms. Tente usar o rádio sem o resistor de 22k ohms. Simplesmente desconecte o cabo do terminal 85. Os resultados são \_\_\_\_\_ (piores, melhores) para estações fracas e \_\_\_\_\_ (piores, melhores) para estações fortes.

As regras básicas da recepção de rádio são as mesmas do projeto 110 ("Rádio à Cristal (Rádio com Único Diodo)"). O capacitor sintonizador seleciona a frequência da estação de rádio. O diodo e o capacitor de 0,02µF retificam (detectam) o sinal de áudio, convertendo-o de AC para DC. Este sinal é tão fraco que nós precisamos amplificá-lo para que possa ser ouvido no alto-falante. Primeiramente o transistor Q1 amplifica o sinal, então o potenciômetro ajusta o volume, e finalmente o Q2 amplifica o sinal novamente. Finalmente, o alto-falante reproduz o som amplificado.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-44, 5-72-131, 6-12-96, 7-98-126, 8-11-74-86-88-104-115-117-42-119, 71-82-116-26, 27-113, 28-43-87, 40-112-91, 81-92-114-41, 45-118-73, 85-103-111-125, 121-122, 124-132, 95-Antena (ou 97-Antena).

NOTAS

## 11.2. TRANSMISSOR DE CÓDIGO SEM FIO

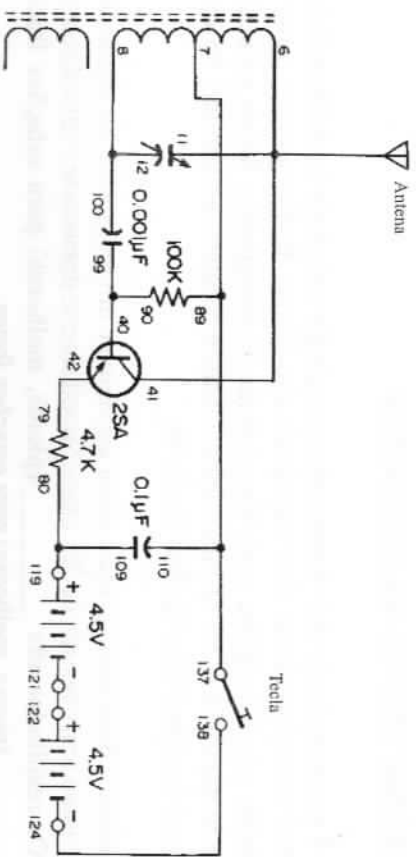
Este projeto é um simples mas efetivo transmissor de código como do tipo usado pelos militares e operadores de rádio amadores em todo o mundo. Quando você pressiona e solta a tecla, o transmissor liga e desliga em sequência.

Você pode usar um rádio AM comum para receber o código enviado pelo seu transmissor. Sintonize o rádio numa estação fraca. O sinal do transmissor mistura-se com o sinal da estação e produz um tom de áudio chamado nota de batimento. Esta nota de batimento é o que você ouve como sinal de código. Use o capacitor sintonizador para sintonizar este transmissor até que você ouça uma nota de pulso no receptor quando você pressiona a tecla.

Você pode receber o sinal da onda transportadora (CW - "Carrier Wave") deste transmissor no receptor de comunicação, sem sintonizar em outra estação, se o receptor de comunicação possuir oscilador de frequência de batimento (BFO - "Beat Frequency Oscillator"). O BFO casa-se com seu sinal da CW do transmissor e produz um tom.

Este oscilador envia um sinal de RF que o rádio recebe. Você não pode ouvir o sinal de RF porque a frequência é muito alta (500,000Hz a 1,600,000Hz). Quando você sintoniza uma estação AM fraca e então envia o sinal na frequência da estação, você pode ouvir a nota de batimento que você produziu.

Transmissão e recepção de sinais da CW são muito eficientes. De fato, é o mais confiável tipo de transmissão em casos de emergências. Você talvez nem precise de uma antena, mas se você tiver cerca de 60 a 90cm de cabo, isto com certeza será o suficiente. Divirta-se!



Sequência de cabecamento:

41-6-11-Antena, 7-89-110-137, 8-12-100, 40-90-99, 42-79, 80-109-119, 121-122, 124-138.

NOTAS



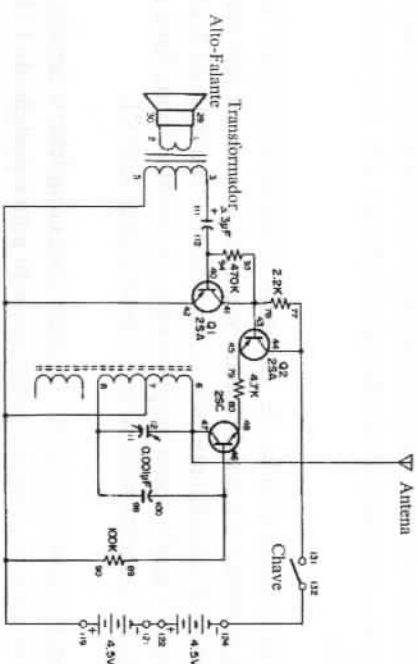
### 113. ESTAÇÃO DE RÁDIO AM

Se você já pensou em ser um disk jockey, esta é sua chance. Esta estação de rádio AM permite a você enviar sua voz através do ar. Você construiu um transmissor de rádio AM no último projeto mas ele podia enviar somente um tom único ou uma série de pontos e traços.

Quando terminar o cabeamento, ligue seu receptor de rádio AM e sintonize-o em uma estação fraca ou numa região do dial que esteja em silêncio. Agora, comece a falar no alto-falante enquanto sintoniza o capacitor sintonizador, até que você possa ouvir sua voz no ar. Este transmissor pode somente enviar sinais a poucos metros, então coloque seu rádio AM perto do seu kit.

O transistor  $Q_1$  amplifica o sinal de frequência de rádio. O sinal amplificado controla a amplitude do sinal do oscilador de RF. O capacitor sintonizador e a bobina da antena sintonizam o sinal de RF para a sintonia do dial do seu rádio AM e envia-o através da antena.

O transistor Q2 ajuda a controlar a amplitude do sinal de RF. O transistor NPN é uma parte do oscilador de RF e fornece a amplificação primária do sinal de RF (antes do sinal de AF (frequência de áudio) modulá-lo).



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-111, 5-7-90-42-119, 6-12-47-Antena, 8-11-99, 40-112-94, 41-43-93-78, 77-44-131, 45-79, 89-100-46, 48-80, 121-122, 124-132.

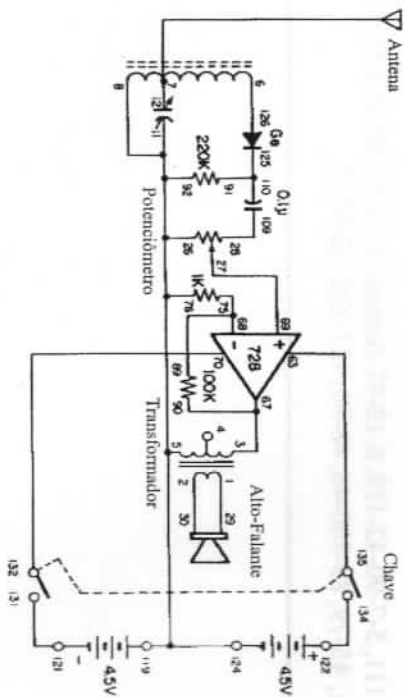
NOTAS

## 11.4. RÁDIO À AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Rádios de diodo de germânio geralmente não tem boa performance mas eles podem ser importantes para as comunicações de emergência porque eles não precisam de fonte de alimentação.

Usualmente, você pode ouvir o rádio de germânio somente através do fone de ouvido, mas nós adicionamos um amplificador operacional neste projeto para que você possa ouvir através do alto-falante. Nós vamos construir um rádio à CI, usando amplificador operacional duplo como amplificador não inversor com fonte dupla de alimentação. Esta é a maneira mais simples de se utilizar este CI.

Posicione a chave em B e monte o projeto. Quando você completar o circuito, erga a antena, conecte-o ao circuito, ajuste o potenciômetro para a posição de 12 horas, e posicione a chave em A para alimentar o circuito. Sintonize o capacitor sintonizador até que você ouça a estação. Para captar estações fracas, tente usar o fone de ouvido no lugar do alto-falante nas conexões dos terminais 1 e 2.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-67-90, 5-8-11-76-92-26-119-124, 6-126, 7-12-Antena, 27-69, 28-109, 63-135, 68-89-75, 70-132, 91-110-125, 121-131, 122-134.

NOTAS

## XI. CIRCUITOS DE TESTE E MEDIDAS



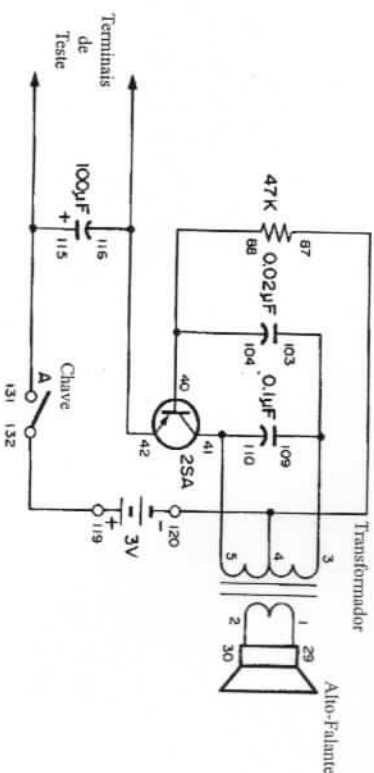
## 115. TESTADOR DE CONTINUIDADE

Este circuito emite um som se o material que você está checando conduzir eletricidade. Isto é conveniente quando você está olhando para um cabo, terminal ou outro material e não pode olhar para um sinal de uma lâmpada ou LED. Seus ouvidos detectam o resultado do teste enquanto seus olhos estão ocupados.

Se o circuito que você está testando conduz eletricidade, ele completará a conexão da tensão de alimentação à um oscilador do tipo pulso que utiliza um transistor PNP sensível. Este testador pode testar quase qualquer componente de uma placa. Quando testar diodos e transistores, lembre-se que a eletricidade pode fluir em apenas uma direção (a menos que estejam danificadas).

Se você observar o esquema, você notará que a saída do transistor passa através do transformador para o capacitor de  $0,02\mu\text{F}$  e então para a base do transistor. O emissor do transistor é conectado ao terminal de Teste. Quando qualquer material que conduza eletricidade é conectado ao terminal, o transistor começa a oscilar.

Você pode testar seguramente quase todos os componentes com este testador de continuidade porque ele trabalha com uma corrente muito pequena de aproximadamente  $15\text{mA}$  ou menos. Você pode tentar medir a continuidade das linhas de lápis em um papel, água, superfícies metálicas, e outros materiais.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-87-120, 5-110-41, 88-104-40, 42-116-Terminals de Teste, 115-131-Terminals de Teste, 119-132.

NOTAS

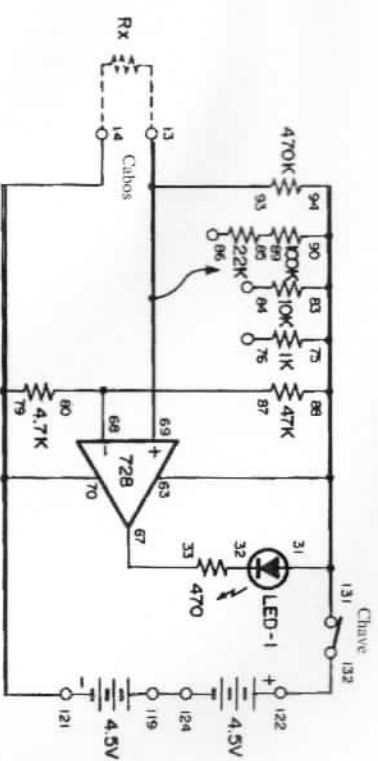
## 116. TESTADOR DE CONDUTIVIDADE

Você pode encontrar o valor exato da resistência se você usar um multímetro; mas quando você somente quiser saber aproximadamente o valor da resistência, você pode usar este testador de condutividade.

Este circuito converte resistência em corrente elétrica e compara-a com a corrente de referência do comparador para dizer a você a faixa aproximada da resistência. O comparador tem uma tensão de referência de aproximadamente 0.82V.

Para usar este projeto, construa o circuito e posicione a chave em A para alimentar o circuito. Conecte o material a ser testado entre os terminais 13 e 14. Se o LED acender, a resistência é menor que 100k ohms. Se o LED não acender, a resistência é maior que 100k ohms.

Se o LED acender, efetue a conexão do terminal 86, e veja se o LED permanece aceso ou apaga-se. Se ele apagar, a resistência está na faixa de 10k a 100k ohms. Se o LED permanecer aceso, remova o cabo do terminal 86 e conecte-o ao terminal 84. Se o LED apagar, a resistência está na faixa de 1k a 10k ohms. Se o LED ainda não se apagar, remova o cabo do terminal 84 e conecte-o ao terminal 76. O LED apagou? Caso sim, isto significa que a resistência está na faixa de 100 ohms a 1k ohms. Se permanecer aceso, a resistência é menor que 100 ohms.



Sequência de cabeamento:

13-93-69-Cabo, 14-79-70-121, 75-83-94-90-88-31-63-131, 33-67, 68-80-87, 85-89, 119-124, 122-132.

## NOTAS

## 117. TESTADOR DE TRANSISTOR

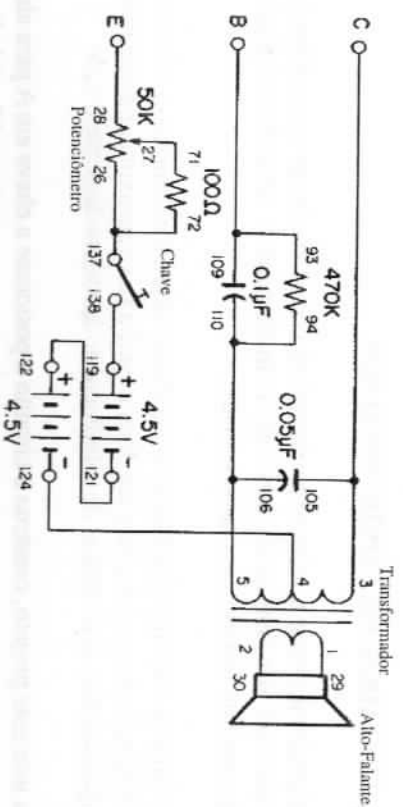
Você provavelmente irá testar mais transistores do que qualquer outro componente. Você não pode dizer se o transistor está ou não funcionando adequadamente apenas olhando para ele, mas este projeto permite a você ouvir se está ou não funcionando. Você pode também descobrir se um transistor é do tipo PNP ou NPN com este circuito.

Você notará que este projeto tem três cabos longos - um para o emissor, um para o coletor e um para a base. O esquema mostra a marcação dos terminais para testar transistor PNP.

Para usar este projeto, conecte os cabos longos à base, coletor e emissor do transistor a ser testado. Gire o potenciômetro totalmente para o sentido anti-horário. Então, pressione a tecla e gire o potenciômetro para o sentido horário. Se você ouvir um som do alto-falante, o transistor é um transistor PNP bom. Se você não ouvir o som, troque as conexões 4-124 e 119-138 para 4-119 e 124-138, e repita o teste. Se você ouvir o som do alto-falante desta vez, o transistor é do tipo NPN e está bom. Se você não ouvir o som do alto-falante usando ambas as conexões, o transistor está danificado.

Você notará que alguns transistores que você testar produzirão um som no alto-falante em um ajuste diferente (menor) do potenciômetro com relação a outros transistores. Estes transistores possuem uma amplificação alta ou ganho alto.

Assim que você começar a acumular componentes de outros circuitos eletrônicos, você poderá testar os transistores sem marcação com este circuito.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-105-Coletor, 4-124, 5-94-106-110, 26-72-137, 27-71, 28-Emissor, 93-109-Base, 119-138, 121-122.

### NOTAS

## 118. OSCILADOR DE ÁUDIO DE ONDA SENOIDAL

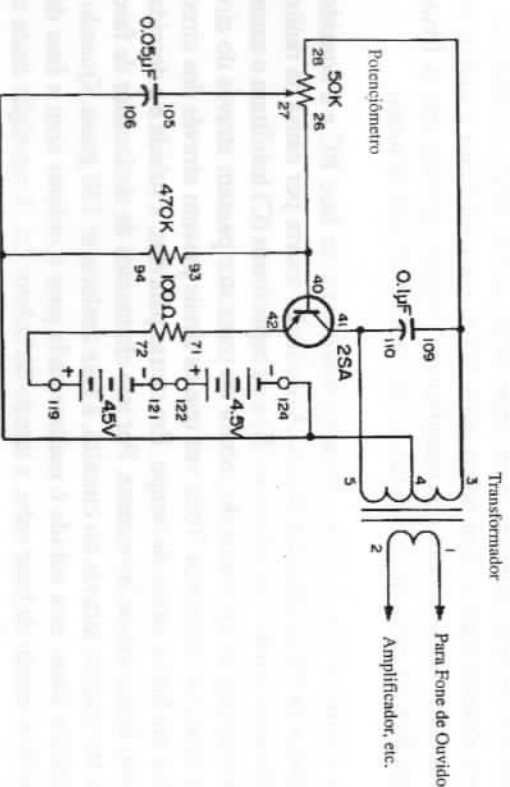
Agora, você aprenderá sobre geração de sinais senoidais. Nós podemos definir uma onda senoidal como uma onda de tom puro de frequência única. Por exemplo, uma onda senoidal de 400 hertz é uma onda que oscila 400 ciclos em um segundo e não contém nenhuma outra componente de frequência. Ondas não senoidais possuem harmônicas - ondas com frequências que são múltiplas da onda fundamental de frequência única. Uma onda não senoidal de 400 hertz pode incluir a onda de 400 hertz (sua onda fundamental) juntamente com uma onda de 800 hertz (sua segunda harmônica) e uma onda de 1200 hertz (sua terceira harmônica).

Um técnico com experiência pode testar um circuito usando uma onda senoidal e ouvindo a sua saída. Logo, você será capaz de fazer isto também. Se fornecer uma onda senoidal, e algo diferente estiver presente na saída, a harmônica indesejada deve ter sido gerada em algum lugar do circuito.

A parte deste circuito que gera uma onda senoidal de 400 hertz tem:

- Um capacitor de  $0,1\mu\text{F}$  conectando os terminais 3 e 5 do transformador para formar um circuito tanque que tem frequência de ressonância de aproximadamente 600 hertz;
- Um resistor de  $470\text{k}$  ohms para habilitar um pouco a base do transistor
- Um circuito realimentador ajustável que inclui o potenciômetro e o capacitor de  $0,05\mu\text{F}$
- Um resistor de  $100$  ohms conectado ao emissor para ajudar a estabilizar o circuito e para não distorcer o som.

Conecte o fone de ouvido aos terminais 1 e 2 do transformador. Comece com o potenciômetro no máximo - posição 10 no dial - e lentamente diminua o ajuste do potenciômetro enquanto ouve a qualidade do tom da saída. Antes da oscilação parar, você alcançará um ponto onde você ouvirá apenas um som. Este último tom de som limpo é uma onda senoidal. Repita este ajuste do potenciômetro até que você não tenha dúvida entre uma onda senoidal e uma onda distorcida.



Sequência de cabeamento:

1-Fone de Ouvido, 2-Fone de Ouvido, 3-28-109, 4-94-106-124, 5-41-110, 26-40-93, 27-105, 42-71, 72-119, 121-122.

NOTAS



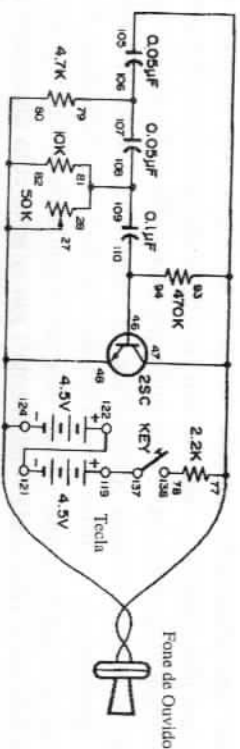
## 119. OSCILADOR DE ONDA SENOIDAL DE BAIXA DISTORÇÃO

Neste projeto, você construirá e estudará um oscilador de onda senoidal de baixa distorção. Construa este projeto depois de ter construído e estudado o projeto anterior. Este oscilador tem menos distorção do que o oscilador do projeto anterior porque este não usa transformador; transformadores normalmente causam distorção por causa da sua característica de não linearidade.

Como no projeto anterior, você deve ouvir o tom deste oscilador e ajustar o potenciômetro para o tom único mais limpo possível (com a menor distorção). Novamente, comece com o potenciômetro próximo ao máximo. A frequência de operação é de cerca de 300 hertz, no ajuste de distorção mínima.

Este circuito é chamado de oscilador deslocador de fase RC e é considerado um oscilador de onda senoidal básico. A oscilação ocorre por causa da realimentação positiva dos sinais. Os resistores (R) e os capacitores (C) habilitam o caminho para a realimentação. Os sinais do coletor do transistor passam através do circuito RC para a base do transistor. Toda vez que os sinais passam através dos circuitos RC, ocorre um breve atraso de tempo. Em outras palavras, a subida e a descida da onda (a fase) descolam-se levemente. Por isto chamamos de deslocador de fase. Após o sinal ter viajado através do circuito, a fase desloca-se 180 graus. Quando a tensão do coletor sobe, esta subida é realimentada para o coletor com a fase deslocada. Quando a tensão da base sobe, a tensão do coletor cai. A repetição deste ciclo leva o transistor a oscilar.

Quando você mudar o ajuste do potenciômetro, a frequência varia. Isto porque os graus de deslocamento da fase variam. A qualidade do tom também varia. Ajuste o potenciômetro para o ponto onde você possa ouvir o tom mais puro. Neste ponto, uma onda senoidal limpa é gerada.



Sequência de cabeamento:

124-27-48-82-80-Fone de Ouvido, 47-105-93-77-Fone de Ouvido, 81-109-108-28, 94-110-46, 78-138, 79-106-107, 119-137, 121-122.

NOTAS

## 120. OSCILADOR DE ÁUDIO TIPO T-DUPLO

Por ser muito estável, o oscilador de áudio tipo T-duplo é muito popular para uso com órgãos eletrônicos e equipamentos de testes eletrônicos.

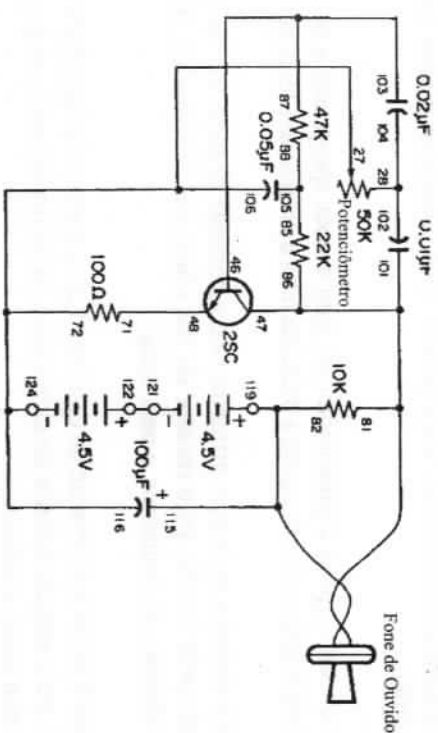
A frequência de oscilação depende dos resistores e dos capacitores da rede T-duplo.

A letra T é usada porque o diagrama esquemático para este circuito mostra seus resistores e capacitores arranjados na forma da letra T. O termo duplo vem do fato de existir duas redes em T em paralelo, transversalmente um com o outro. Os capacitores em série deslocam a fase da onda; os resistores em série fornecem tensão para a base do transistor, assim como deslocam a fase da onda.

Cuidadosamente ajuste o circuito para obter uma saída com onda senoidal pura como nos dois projetos anteriores. Ajuste o potenciômetro muito lentamente em toda a sua faixa até você ouvir um tom no alto-falante que seja muito baixo e que seja parecido com a nota mais baixa de um órgão de tubos grande. Este ajuste do potenciômetro deve estar entre 7 e 10 do dial.

Uma vez que a oscilação tenha iniciado, ajuste o potenciômetro cuidadosamente até obter a nota mais pura e baixa, próxima ao final do dial.

Você pode trabalhar com este circuito de muitas maneiras. Nós sugerimos que você tente diferentes valores para os resistores de 10k ohms e 470 ohms, e tente usar tensões maiores e menores de bateria. Também, se você tem um multímetro, tente medir as tensões do circuito.



Sequência de cabeamento:

72-106-116-27-124, 28-104-102, 46-103-87, 47-101-86-81-Fone de Ouvido, 48-71, 119-115-82-Fone de Ouvido, 85-88-105, 121-122.

NOTAS

## 121. OSCILADOR DE PULSO GERADOR DE TOM

Este projeto é um oscilador de pulso de tom com frequência ajustável que pode obter uma grande faixa de notas. Com prática você poderá tocar sons como num órgão eletrônico.

Para tocar um tom, ajuste o potenciômetro para a nota apropriada e pressione a tecla. Reajuste o potenciômetro para a próxima nota e pressione a tecla novamente.

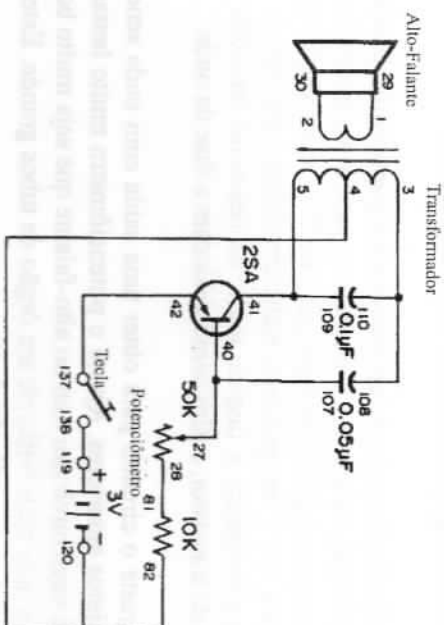
Quando você fechar a tecla pela primeira vez, a corrente de base flui em torno do loop formado pela bateria, pelo resistor de 10k ohms, pelo resistor de 50k ohms, pela base e emissor do transistor, e pela tecla.

A corrente de base leva a corrente do coletor a fluir em torno do loop formado pela fonte de 3V, pela metade inferior do cabeamento do transformador, pelo coletor e emissor do transistor, e pela tecla.

A corrente fluindo no transformador provoca fluxo de corrente em torno do loop formado pela parte superior do cabeamento do transformador, pelo capacitor de 0,05µF, pela base e emissor do transistor, pela tecla, pela bateria e de volta para o terminal central (terminal 4) do transformador. Esta corrente rapidamente (em menos de 0,0001 segundos) carrega o capacitor de 0,05µF para cerca de 4V ou mais com uma polaridade negativa no lado do transformador e positivo no lado da base do transistor. A saída ativa o alto-falante somente enquanto a corrente flui no transformador.

A carga do capacitor de 0,05µF pára quando a tensão induzida da metade superior do cabeamento do transformador pára. Assim que a descarga começa, a tensão do capacitor torna-se maior que a tensão da bateria. A tensão de polaridade reversa é aplicada à base do transistor e o transistor é desabilitado. Agora, todas as junções do transistor atuam como circuitos abertos. O capacitor descarrega-se em torno do loop formado pela parte superior do cabeamento do transformador, pelo resistor de 10k ohms, e pelo resistor de 50k ohms. Quando você reduzir o ajuste do potenciômetro, a descarga é mais rápida, assim o processo é repetido a uma relação

mais rápida causando uma frequência maior. Assim que o capacitor de 0,05µF descarrega-se lentamente para menos que 3V da bateria, este ciclo repete-se.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-108-110, 4-82-120, 27-40-107, 28-81, 5-41-109, 42-137, 119-138.

NOTAS

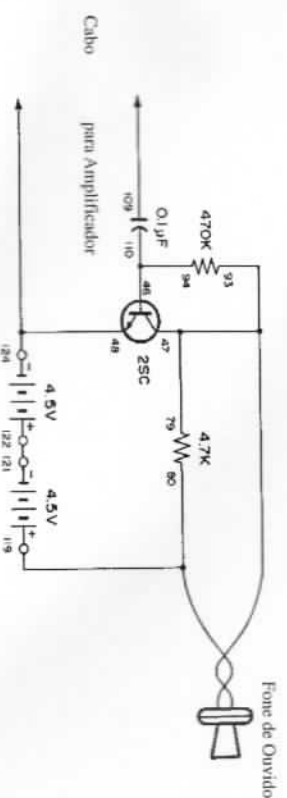
## 122. TRAÇADOR DE SINAL DE ÁUDIO

Este projeto é um amplificador de áudio à transistor único usado como um traçador de sinal de áudio. Você pode usar este amplificador para resolver problemas de equipamentos de áudio à transistor. Quando um circuito não trabalha corretamente, você pode conectar os cabos a diferentes terminais no circuito até que você encontre o estágio ou componente que não deixa o sinal passar.

O capacitor de 0,1  $\mu\text{F}$  de entrada bloqueia a tensão DC, e então você pode testar qualquer parte do circuito sem se preocupar em danificar o circuito.

O circuito amplificador é do tipo emissor comum. Isto é, o emissor do transistor é conectado diretamente à entrada e à saída do fone de ouvido. Sua corrente de base é do tipo corrente própria. A corrente do coletor do transistor produz corrente para a base (através do resistor de 470k ohms). Isto proporciona realimentação negativa DC estabilizadora.

Você pode usar este amplificador para checar qualquer rádio à transistor ou amplificador que você precise consertar.



Sequência de cabeamento:

46-110-94, 47-79-93-Fone de Ouvido, 124-48-Cabo, 119-80-Fone de Ouvido, 109-Cabo, 121-122.

NOTAS

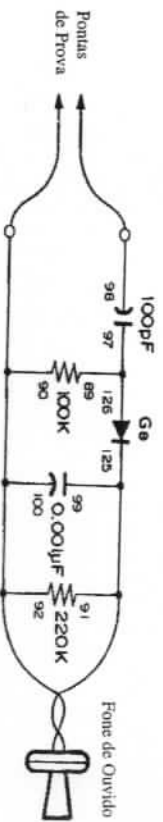
### 123. TRAÇADOR DE SINAL DE FREQUÊNCIA DE RÁDIO

Este é um projeto de um traçador de sinal de RF de banda larga, não sintonizável. Você pode utilizá-lo para descobrir fontes de ruído de RF e interferências, e para checar sinais de antena. Este circuito é como um conjunto de cristal não sintonizado.

Nós usamos um capacitor de 100pF na entrada deste circuito porque ele bloqueia a parte DC e a frequência da linha de alimentação de 60 hertz, assim os cabos podem tocar quase qualquer parte sem preocupar-se com choques elétricos. Claro, você nunca deve tocar em locais com alta tensão. Existe um velho ditado: "Existem bons técnicos e técnicos corajosos, mas não existem técnicos bons e corajosos."

Conecte as pontas de prova entre o objeto aterrado e outros objetos metálicos que possam atuar como antenas. Você perceberá que este circuito permite a você receber todos os tipos de sinais AM assim como sua voz. Por exemplo, se você tiver um transmissor na banda popular, você pode ouvir estes sinais se o transmissor estiver perto o suficiente para traçar o sinal.

Alguns dos ruídos que você pode ouvir e identificar originam-se dos sistemas de ignições de automóveis, dosadores de luz, lâmpadas fluorescentes, ou fechamento e abertura de chaves.



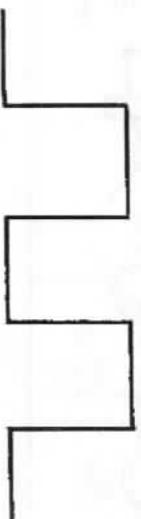
Sequência de cabeamento:

89-97-126, 90-92-100-Fone de Ouvido-Pontas de Prova, 125-99-91-Fone de Ouvido, 98-Pontas de Prova.

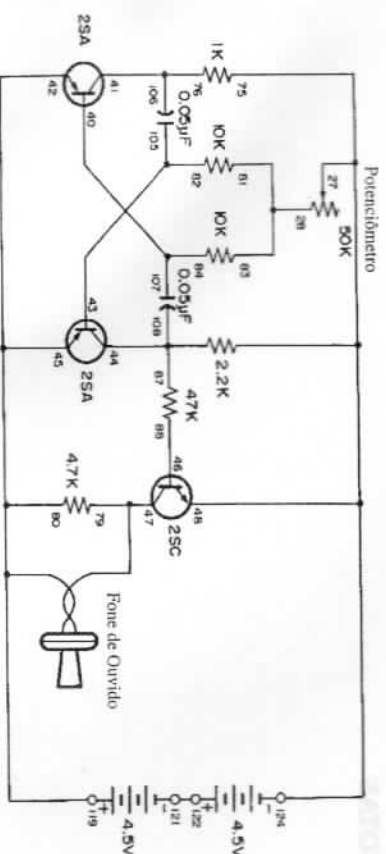
### NOTAS

## 124. OSCILADOR DE ÁUDIO DE ONDA QUADRADA

Você também pode usar ondas quadradas para testar sinais. Ondas quadradas são produzidas por osciladores multivibradores. Lembre-se, nós usamos este tipo de circuito em projetos anteriores. O nome onda quadrada vem do padrão de sinal visto em um osciloscópio (mostrado abaixo).



Construa este projeto e você ouvirá o som produzido pelo sinal de onda quadrada. Você pode tentar variar o tom e a frequência do sinal ajustando-se o potenciômetro. Isto varia a corrente fornecida à base do transistor PNP.



Sequência de cabeamento:

77-75-48-27-124, 28-81-83, 40-107-84, 41-106-76, 119-42-45-80-Fone de Ouvido, 43-105-82, 78-87-108-44, 46-88, 47-79-Fone de Ouvido, 121-122.

### NOTAS

## 125. OSCILADOR DE ONDA DENTE DE SERRA

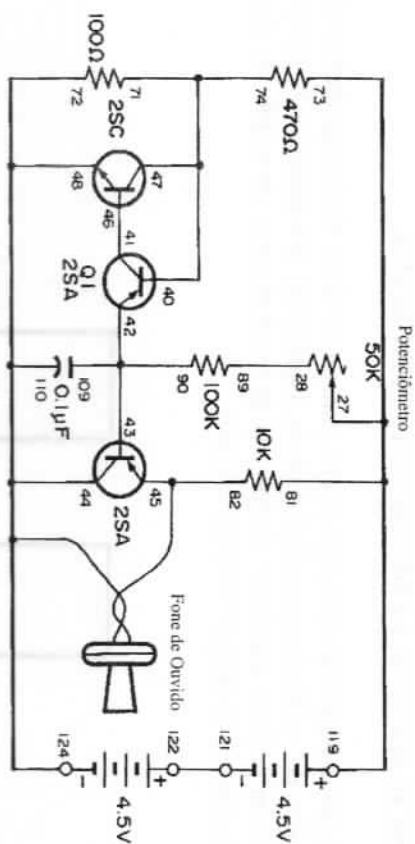
Quando você conectar o sinal deste oscilador a um osciloscópio, uma onda parecida com um dente de serra será produzida (como mostrado abaixo).



A forma desta onda é formada pela carga lenta do capacitor de 0,1μF através do potenciômetro e do resistor de 100k ohms, e a descarga rápida do capacitor através dos transistores PNP e NPN.

O divisor de tensão - os resistores de 470 ohms e 100 ohms - fornecem cerca de 1,6 volts para os transistores. A corrente que flui para o capacitor de 0,1μF vindo da fonte de 9V (através do potenciômetro e do resistor de 100k ohms) leva a carga do capacitor a aumentar lentamente. Quando a carga do capacitor excede a tensão do divisor de tensão (1,6V) os transistores são habilitados e proporciona caminho para o capacitor de 0,1μF descarregar-se rapidamente. Agora, os transistores são desabilitados novamente, e o capacitor começa a carregar-se lentamente para repetir o ciclo.

Você pode variar a frequência de oscilação variando os valores dos componentes do circuito temporizador - o potenciômetro, o resistor de 100k ohms e o capacitor de 0,1μF. Tente um resistor de 47k ohms ou um resistor de 220k ohms no lugar do resistor de 100k ohms, e tente vários capacitores diferentes. Se você conectar um dos capacitores eletrolíticos, tome cuidado com a polaridade (+ e -).



Sequência de cabeamento:

73-81-27-119, 28-89, 71-74-47-40, 41-46, 42-43-90-109, 124-44-48-110-72-  
Fone de Ouvido, 45-82-Fone de Ouvido, 121-122.

NOTAS

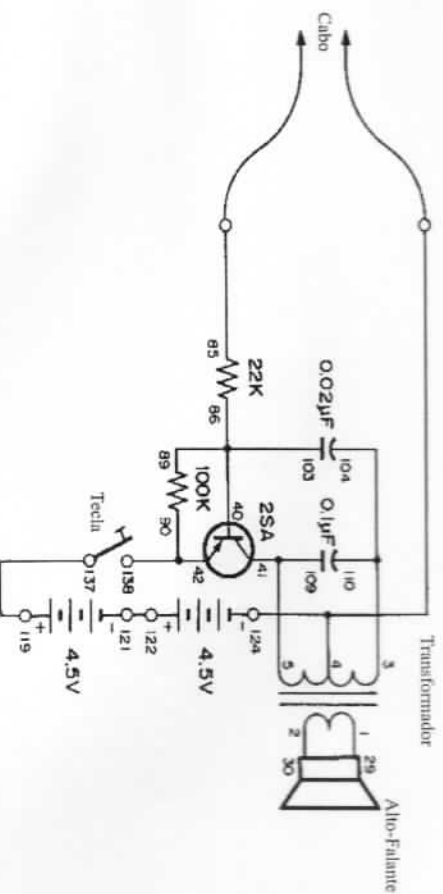


## 126. DETECTOR DE CHUVA

Este circuito trabalha como um detector de chuva. Quando a resistência entre os cabos longos é maior que cerca de 250k ohms, nenhuma corrente é drenada pelo circuito - mesmo que a tecla esteja fechada ou aberta. Quando a tecla é fechada e água (ou qualquer coisa com resistência menor que 40k ohms) é colocada em contato com ambos os cabos, o alto-falante produz um tom.

Deixe as pontas dos cabos de teste bem próximas uma da outra (sem contato físico) sobre uma superfície isolada. Quando a água fechar o circuito, permitindo condução entre os dois cabos, o alarme tocará.

Este oscilador é do tipo pulso comum que nós usamos várias vezes neste kit. O resistor de 22k ohms protege o circuito contra excesso de corrente de base, no caso dos cabos serem curto-circuitados. O resistor de 100k ohms não permite que qualquer corrente de fuga do transistor habilite o oscilador.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-104-110, 124-4-Cabo, 5-41-109, 86-89-103-40, 42-90-138, 85-Cabo, 119-137, 121-122.

## NOTAS





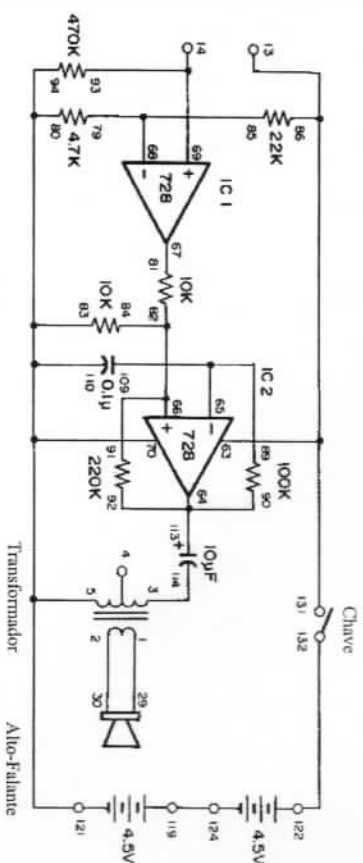
## 127. ALARME DE NÍVEL DE ÁGUA COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Você pode usar o amplificador operacional duplo como um comparador para detectar mudanças na tensão. Neste projeto, vamos usar esta função de comparador para fazer um alarme de água que emite um sinal sonoro quando as pontas do cabo entram em contato com a água.

Deixe a chave em aberto e monte o circuito. Quando você terminar o cabeamento, feche a chave para alimentar o circuito. Você não deve ouvir nenhum som do alto-falante. Agora, conecte os dois terminais de entrada com um cabo. Você ouvirá um som do alto-falante.

A seguir, toque os dois terminais de entrada com seus dedos. Se o alto-falante produzir um som novamente, a eletricidade está fluindo através de seu corpo porque as pontas do cabo estão em contato com suor.

Este projeto usa dois amplificadores operacionais duplo. O CI1 trabalha como um comparador. Os terminais de entrada (-) negativos dos CIs possuem uma tensão de referência de aproximadamente 1.6V. Quando a tensão que excede os 1.6V é aplicada ao terminal de entrada positivo (+), a saída do comparador permite que o CI2 trabalhe como um multivibrador astável.



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-80-94-70-110-121, 13-86-63-131, 14-93-69, 65-89-109, 66-82-84-91, 64-90-92-113, 67-81, 68-79-85, 119-124, 122-132.

### NOTAS

## 128. DETECTOR DE METAL

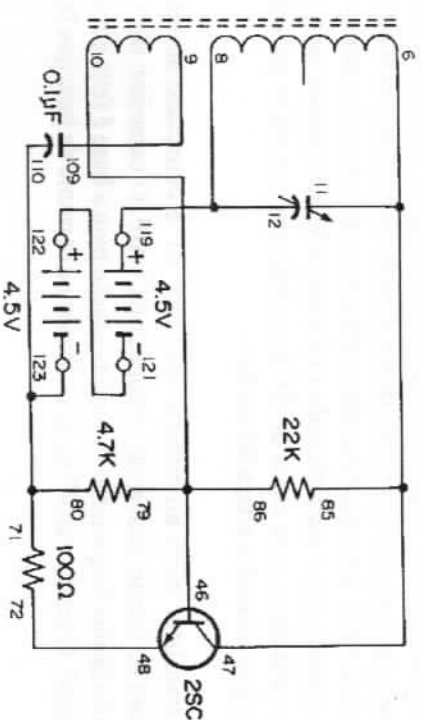
Este projeto demonstra como um detector de metal trabalha. Quando a bobina aproxima-se de um metal, o oscilador muda a frequência; então, você saberá que existe algo feito de metal por perto. Este detector de metal tem sido usado para localizar tesouros perdidos, peças enterradas, minas ocultas, e mais. Durante os tempos de guerra, estes detectores salvaram muitas vidas localizando minas e amadilhas colocadas pelos inimigos.

Este circuito é um oscilador de baixa distorção que drena somente um miliampere da fonte de 9V. Usando baixa potência, permite-se que o metal mais próximo tenha efeito máximo na frequência de oscilação.

Use um pequeno rádio à transistor sintonizado em uma fraca estação difusora de AM como um detector. Sintonize o oscilador até que você ouça uma nota de batimento de baixa frequência. Esta nota de batimento é a diferença entre o sinal da estação difusora e este oscilador. Não traga o rádio mais perto do que o necessário. A melhor posição é onde o nível dos dois sinais são praticamente iguais. Isto fornece a máxima sensibilidade.

Tente usar chaves, objetos de plástico, moedas, e outros, como amostras de objetos. Claro, um detector de metal real não tem um pequena bobina de ferrite como este. Eles normalmente usam bobinas de núcleo de ar blindado com uma blindagem eletrostática de alumínio chamada de blindagem eletrostática de Faraday.

Se o oscilador não oscilar mesmo que você faça de tudo, tente inverter as conexões dos cabos nos terminais 9 e 10. Se isto resolver o problema, inverta as conexões dos cabos na parte de baixo da placa para que você possa usar os terminais apropriados neste e em outros projetos similares.



Sequência de cabeamento:

6-11-85-47, 8-12-119, 9-109, 10-79-86-46, 48-72, 71-80-110-123, 121-122.

### NOTAS

## 129. ALARME DE NÍVEL DE ÁGUA

Este circuito eletrônico é um dispositivo transmissor/alarme de rádio usado para monitorar o nível de água tais como em rios, represas. Seus sinais de alarme são recebidos por rádios AM normais. Quando as placas ou os cabos de contato estão fora da água, o circuito não é fechado e não existe saída de RF. Quando os contatos são conectados pela água, uma saída de RF é recebida por um rádio para indicar que o nível de água alcança a altura do contato.

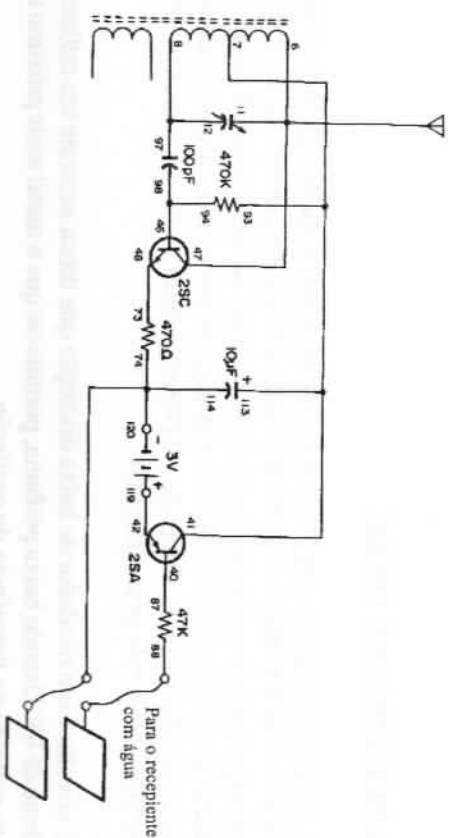
O emissor do transistor NPN no circuito oscilador RF é conectado ao terminal central da bobina de ferrite através do capacitor de 10 $\mu$ F. O capacitor atua como um curto-circuito destas frequências. A realimentação para a base é feita através do capacitor de 100pF. O resistor de 470k ohms fornece a corrente de base que habilita o transistor.

Note que a corrente da bateria deve fluir através do transistor PNP para chegar ao circuito oscilador e voltar. Com os cabos isolados um do outro, a única corrente que pode fluir é a corrente de fuga do coletor para o emissor com a base aberta. Esta corrente fraca não pode habilitar o oscilador RF.

Quando os cabos são curto-circuitados pela água, uma corrente pode fluir através da água para fornecer a corrente de base para o transistor PNP. Esta corrente de base habilita o transistor PNP então a corrente de oscilação pode fluir entre o coletor e o emissor do transistor PNP com pouca resistência. Nós estamos usando um resistor de 47k ohms para limitar a corrente. Sem esta resistência, o transistor PNP poderia ser queimado por corrente excessiva, especialmente se as pontas forem colocadas em contato acidentalmente.

Quando o transistor está conduzindo, o oscilador de RF produz um sinal de RF. Estas pontas podem ser feitas com quase qualquer tipo de condutor isolado, mas áreas com superfícies maiores produzem respostas mais rápidas.

Coloque um receptor de rádio AM bem próximo e sintonize-o em uma estação fraca. Então, ajuste a frequência de oscilação com o capacitor sintonizador em um ponto onde você possa ouvir através do rádio.



Sequência de cabeamento:

47-11-6-Antena, 7-93-113-41, 8-12-97, 40-87, 42-119, 46-98-94, 48-73, 74-114-120-Água, 88-Água.

### NOTAS

### 130. INDICADOR DE NÍVEL DE ÁGUA DE TRÊS PASSOS

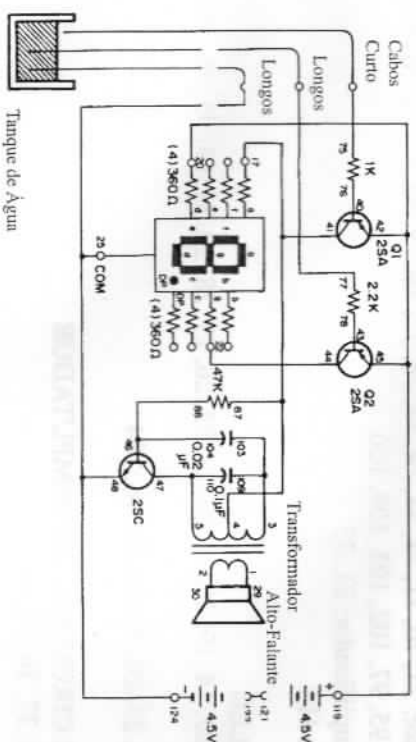
Este projeto usa o LED e um alarme de oscilador de rádio para indicar três níveis diferentes de água em um reservatório. A água é usada como condutor para completar os circuitos e mostrar o nível da água.

Quando a água está abaixo de todas as três conexões de cabos, somente o segmento inferior (d) do LED é mostrado (indicando nível baixo de água).

Quando a água sobe para um nível que toque os dois cabos longos conectados aos terminais 77 e 124 (mas está abaixo do cabo curto), a corrente de base faz o transistor Q2 conduzir e o segmento do meio do LED (g) acende (indicando nível médio de água).

Se a água alcançar um nível alto o suficiente para tocar todos os três cabos, a corrente de base é fornecida ao transistor Q1, e o segmento superior do LED (a) acende. O oscilador de áudio também é ativado como advertência do nível alto da água.

Claro, você pode modificar este cabeamento para fazer o LED mostrar outras letras para indicar diferentes níveis de água. Você pode imaginar bons símbolos? (Que tal b=baixo, i=intermediário, e=a=alto?)



Sequência de cabeamento:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-17-41-87, 5-47-110, 20-42-45-119, 22-44, 25-48-124-Cabo, 40-76, 43-78, 46-104-88, 75-Cabo, 77-Cabo, 121-122.

NOTAS

## ÍNDICE

Nós adicionamos esta lista para auxiliá-lo a encontrar as experiências e circuitos (projetos) que realmente interessa a você no momento. Muitas das experiências estão listadas duas ou três ou quatro vezes - pois podem ser usadas de muitas maneiras. Você encontrará alguns listados como circuitos tipo entretenimento, mesmo que eles não estejam organizados desta maneira na sequência dos projetos; por outro lado, você pode encontrar alguns destes mesmos circuitos sendo usados em outros locais.

Você quer aprender mais sobre um tipo específico de circuito? Use este índice para ver outros usos e aplicações de um circuito específico - então escolha-os e leia o que dissermos em cada um.

Use este índice e sua própria habilidade de criar e você se divertirá muito mais com este kit.

### CIRCUITOS ELETRÔNICOS BÁSICOS E COMPONENTES

Capacitores: 2, 5, 6, 15, 16, 17, 22, 32, 48, 49, 60, 67, 120, 124  
Diodos: 27, 29, 34, 88, 90, 99, 106, 107, 115  
Integrado: 34, 70  
Multivibradores: 48, 50, 53, 87, 88  
Resistência: 1, 6, 12, 17, 20, 26, 65, 72, 79, 82, 89, 107, 109, 116, 125, 128  
Setar/Resetar: 55, 56  
Temporizador: 10  
Transformadores: 119

### CIRCUITOS DE ENTRETENIMENTO

Alarme: 55, 68, 69, 83, 94, 99, 100, 125, 128, 129  
Oscilador de Áudio: 49  
Buzina: 53, 54, 83, 100  
Transmissor de Código: 112  
Gato Eletrônico: 3  
Relógio do Vovô: 10  
Arma de Fogo: 5  
Detector de Metal: 127  
Metronomo: 9, 88  
Motocicleta: 6  
Musical: 9, 11, 107  
Persistência da Visão: 14

Rádio: 4, 5, 12, 44, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 122, 123, 127, 128

Detector de Chuva: 125

Traçador de Sinal de RF: 123

Tiro no Escuro: 59

Sirene: 7, 8, 18, 84, 85, 86, 87, 94

Som: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 21, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 68, 69, 75, 84, 85, 86, 87, 94, 98, 99, 101, 107

Estroboscópio: 13

Temporizador: 51, 52, 89, 100, 101, 105, 124

### PROJETOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Amplificador: 21, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 97, 102, 103, 108, 126

Usos do Amplificador: 21, 75

Rádio à CI: 114

### DISPLAY LED

Display LED: 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 66, 93, 96, 102, 104, 129

Lógica: 26, 27, 28, 29, 34, 37, 96, 104

### LÓGICA E CIRCUITOS DE COMPUTADOR

Porta AND: 27, 36, 40, 41

Dados: 47

DTL: 27, 28, 29, 30, 35

OR Exclusivo: 30, 38

Flip-Flop: 32, 33, 44, 45, 55, 56

Inversor: 70, 75, 76, 77, 80, 95, 114

Linha: 46

Porta NAND: 29, 43

Porta NOR: 39

Porta OR: 37, 38, 39, 42

Fonte de Alimentação: 27, 75, 76, 77, 78

TTL: 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 65, 87, 89, 110, 128

## PROJETOS DE CIÊNCIA NATURAL

Energia Elétrica: 58

Peixe: 5

## OSCILADORES

Bloqueador: 17

Osciladores: 4, 49

Onda Senoidal: 118, 119, 120

Onda Quadrada: 64, 81, 82, 123

## CHAVEAMENTO E CIRCUITO DE CONTROLE

Rele: 25

Transistor: 32, 33, 63, 64, 80, 106, 111, 117

## EQUIPAMENTOS DE TESTE

Testador de Transistor: 117

Voltímetros: 26, 61

Medidor de Nivel de Água: 130

## TRANSMISSORES

Código: 109, 112

Tom: 7, 8, 11, 16, 49, 60, 62, 65, 69, 79, 109, 112, 113, 118, 121

Voz: 10, 58, 95, 99, 103, 113

## LISTA DE COMPONENTES

<p> Suporte de Antena  Barra de Antena de 350<math>\mu</math>H com 5 pontas  Caixa de Bateria de Plástico (2)  Contato de Bateria de Metal S (4)  Contato de Bateria de Metal W (4)  Capacitores  10pF, tipo disco cerâmico  100pF, tipo disco cerâmico  0.001<math>\mu</math>F, tipo disco cerâmico  0.01<math>\mu</math>F, tipo disco cerâmico  0.02<math>\mu</math>F, tipo disco cerâmico  0.05<math>\mu</math>F, tipo disco cerâmico (2)  0.1<math>\mu</math>F, tipo disco cerâmico  3.3<math>\mu</math>F, tipo eletrolítico de 25V  10<math>\mu</math>F, tipo eletrolítico de 16V  100<math>\mu</math>F, tipo eletrolítico de 10V  470<math>\mu</math>F, tipo eletrolítico de 10V  Célula CdS  Suporte Plástico da Célula CdS  Tubo Plástico da Célula CdS  PCB Montado do Display Digital  Consistindo de  Display Digital LED LT-312  PCB para Display Digital  Resistor de 360 ohms (8)  Diodo de Germânio 1N60 / 1K60 (2)  Diodo de Silício 1SS53 / 1N4148  Fone de Ouvido, tipo cerâmico  Moldura de Plástico (L) </p>	<p> Moldura de Plástico (R)  Moldura de Plástico (dentro) (L)  Moldura de Plástico (dentro) (R)  Moldura de Plástico (dentro) (superior)  Circuito Integrado 74LS00  Circuito Integrado BA728  Tecla Niveladora de Metal  Knob, Plástico  Knob do Potenciômetro, Plástico  Knob Sintonizador, Plástico  Diodo Emissor de Luz (3)  Puxador 3mm (2)  Porca 3mm (9)  Painel de Papel  PCB para 74LS00  PCB para BA728  Resistores  100 ohms  470 ohms  1k ohms  2.2k ohms  4.7k ohms  10k ohms (2)  22k ohms  47k ohms  100k ohms  220k ohms  470k ohms  Parafuso 2.6x5mm (1) </p>	<p> Parafuso 3x8mm (11)  Chave de Duas Posições  Alto-falante 57mm, 8 ohms  Suporte de Alto-falante de Plástico  Mola Média (138)  Saída de Transformador (900 ohms  CT : 8 ohms)  Transistores  2SA733 Q, PNP, Si (2)  2SC945 Q, NPN, Si  Capacitor Variável (sintonizador) 265pF  Resistor Variável (potenciômetro) 50k  Cabo para Caixa da Bateria  Vermelho 200mm (2)  Laranja 200mm (2)  Preto 200mm (2)  Cabos  Branco, 75mm (20)  Vermelho, 150mm (30)  Azul, 250mm (20)  Amarelo, 350mm (5)  Preto, 380mm (2)  Verde, 3m (2) </p>
--	---	---