

Construa o "LED Voltmeter"

Altíssima impedância de entrada, proteção contra sobretensões e inversão de polaridade, baixo custo e construção fácil. Eis algumas características que tornam este voltímetro ideal para os iniciantes.

O voltímetro é, sem dúvida, o instrumento de medição mais utilizado por técnicos, reparadores e experimentadores em Eletrônica.

O voltímetro eletrônico, por sua vez, apresenta características vantajosas sobre o do tipo convencional, de galvanômetro, notadamente no que diz respeito à impedância de entrada e capacidade de suportar sobrecargas. Realmente, os voltímetros analógicos, "de ponteiro", para realizar as medições drenam uma corrente que poderá ser relativamente alta em certos circuitos, falseando o resultado. Por outro lado, tais instrumentos são

muito delicados quanto a choques mecânicos, sobrecargas, inversões de polaridade, etc.

Como os instrumentos eletrônicos comerciais custam muito caro, resolvemos montar um voltímetro simplificado que poderá servir de ponto de partida para versões mais sofisticadas, com maiores recursos. O custo do aparelho aqui apresentado é muito inferior ao dos voltímetros comerciais.

DESCRIÇÃO DO "LED VOLTMETER"

O "LED Voltmeter" foi concebido visando experimentadores, montadores

e iniciantes em Eletrônica. Levando-se em conta que a maioria dos aparelhos eletrônicos modernos funciona alimentada por pilhas e baterias, com baixas tensões, projetamos o instrumento aqui apresentado para a leitura de tensões contínuas até 10 V.

A alta impedância de entrada do "LED Voltmeter" não sobrecarrega os circuitos durante as medições e, ao invés do delicado ponteiro dos voltímetros comuns, que costumam prender e entortar, nosso instrumento conta com uma coluna de diodos fotomissores ("LED") para indicar o resultado da medição.

Através de uma chave no painel, podemos optar por duas modalidades de mostrador: "pontos" (acende-se um único "LED" de cada vez) ou "barra" (vários "LED" acendendo formam uma barra). A indicação por intermédio de uma barra luminosa é mais indicada nas medições de tensões variáveis, como as de um C.A.G. (controle automático de ganho) de um receptor, enquanto que a indicação por "pontos" presta-se mais à medição de tensões fixas.

As características vantajosas do voltímetro aqui apresentado se devem ao emprego de um circuito integrado especial, o LM 3914.

Este C.I., além de simplificar grandemente a montagem do voltímetro, apresenta uma extraordinária resistência às sobrecargas, o que torna o instrumento ideal para os iniciantes, que costumam "aposentar" prematuramente os voltímetros comuns.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

Na Fig. 1 temos o circuito do "LED Voltmeter". A alimentação é proporcionada por quatro pilhas de 1,5 V em série.

O componente mais importante do aparelho é, sem dúvida, o circuito integrado

LM 3914 (C.I.1). Na Fig. 2 vemos a configuração interna simplificada deste C.I., juntamente com as ligações e componentes externos que o fazem atuar como um voltímetro que fornece as indicações por intermédio de dez diodos fotomissores. Notamos a presença de um divisor de tensão resistivo formado por dez resistores de 1 k Ω em série, colocados entre os pinos 6 e 4. Existem, também, dez comparadores de tensão, que têm as entradas não-inversoras (+) ligadas às derivações do divisor resistivo.

As entradas inversoras (-) são

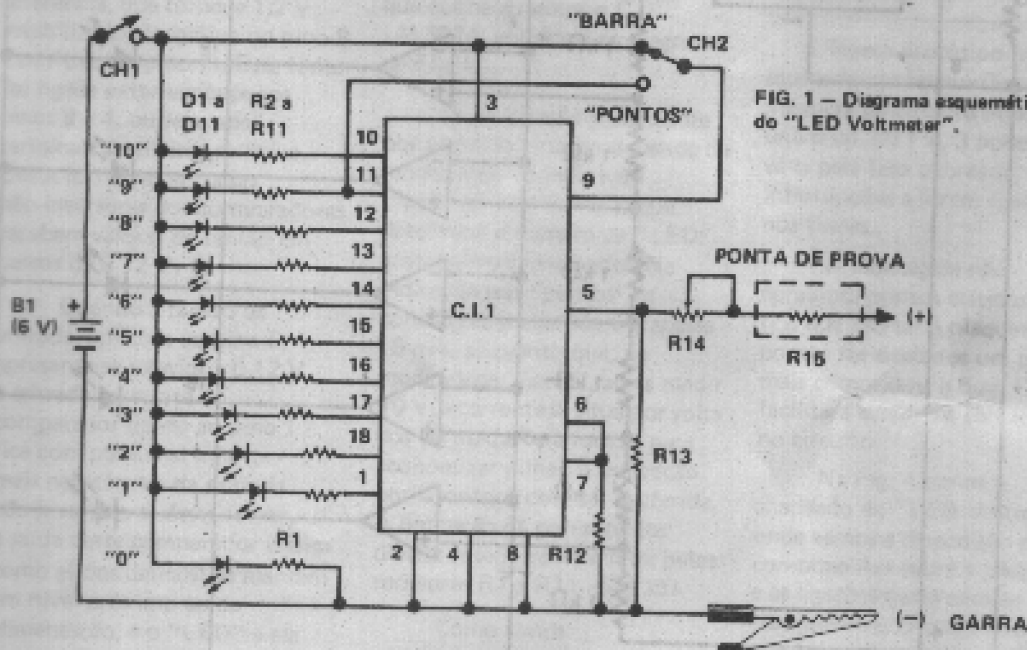


FIG. 1 - Diagrama esquemático do "LED Voltmeter".

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

C.I. - LM 3914

D1 a D11 - diodo fotomissor ("LED") vermelho (FLV110, ou equivalente)

Resistores (todas de 1/8 W, $\pm 10\%$)

R1, R12 - 1,2 k Ω

R2 a R11 - 1 k Ω

R13 - 10 k Ω

R14 - 100 k Ω , potenciômetro-miniatura ("trim-pot")

CH1 - interruptor simples

R15 - 47 k Ω

Diversos

CH2 - chave de um pólo e duas posições (tipo "alavanca", miniatura)

B1 - quatro pilhas pequenas, de 1,5 V, em série

Suporte para as pilhas, soquete de dezolito pinos para C.I. 1, garra-jacaré, ponta de prova (veja texto), placa de circuito impresso universal, etc.

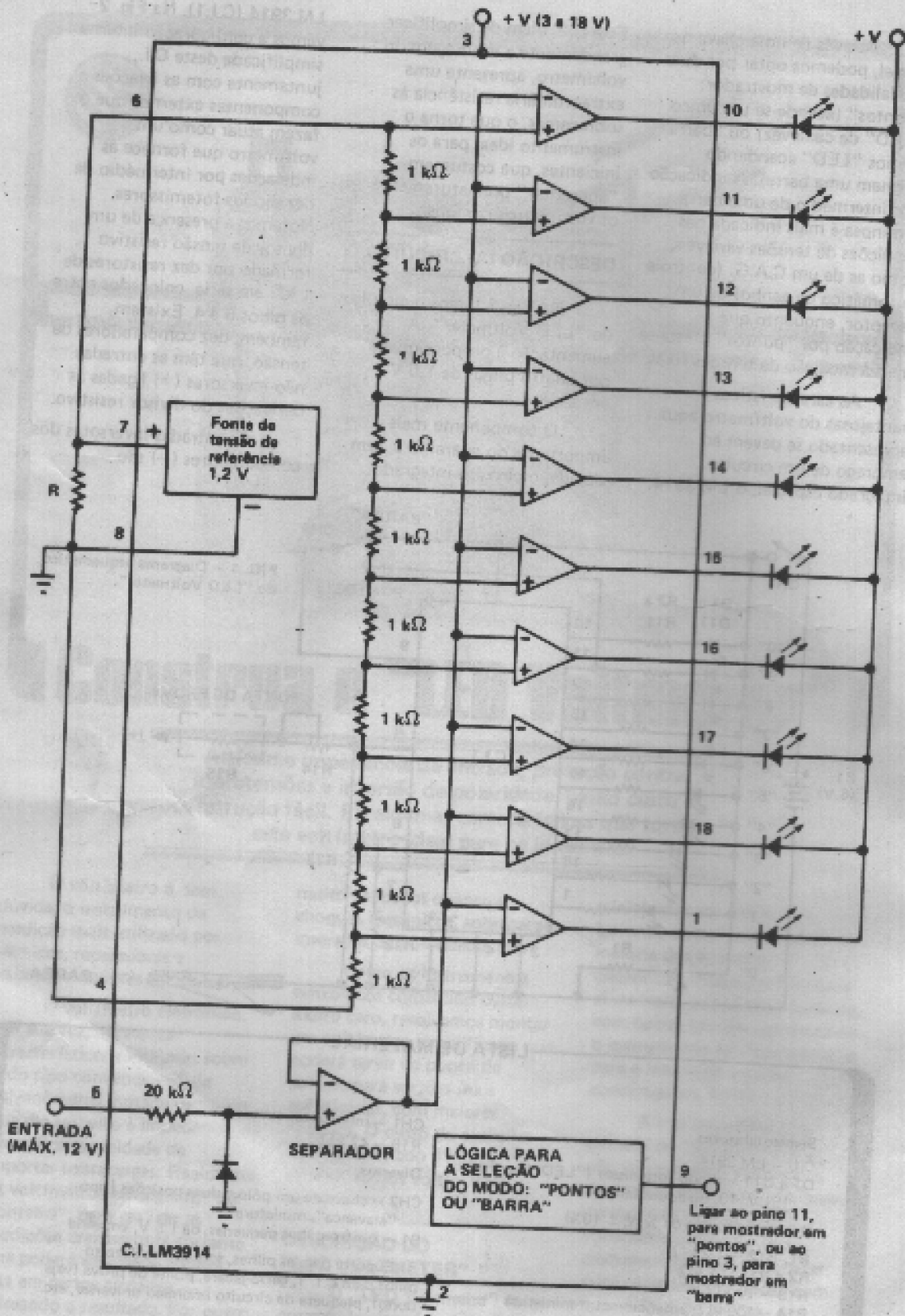


FIG. 2 - Constituição interna simplificada do C.I. LM 3914.

interligadas e vão ter à saída de um estágio separador, que proporciona uma tensão com o mesmo valor da aplicada ao pino 5 do C.I., porém sem sobrecarregar a fonte desta tensão, dada a alta impedância de entrada deste separador.

A saída de cada um dos dez comparadores é disponível individualmente, conforme podemos observar na Fig. 2, sendo capaz de drenar uma corrente máxima de 30 mA. Desta forma, os "LED" têm seus catodos ligados entre os pinos do C.I. (1, e 10 a 18) e o positivo da fonte de alimentação.

Internamente ao integrado, existe uma fonte de tensão de referência, que fornece 1,2 V estabilizados (negativo no pino 8 e positivo no pino 7). Esta fonte foi ligada externamente aos pinos 6 e 4, ou seja, aos terminais do divisor resistivo. Desta forma, as entradas não-inversoras dos comparadores recebem valores de tensão em passos de 0,12 V.

Quando a tensão de entrada, aplicada ao pino 5, apresenta-se inferior a 0,12 V, a entrada inversora do comparador ligado ao pino 1 fica com potencial inferior mais negativo ao da entrada não-inversora e, desta forma, a saída deste comparador (assim como as dos demais) se mantém em nível próximo ao de alimentação, e o "LED" a ela conectado permanece apagado; quando a tensão de entrada supera 0,12 V, a entrada "..." irá se apresentar com tensão mais positiva que a da entrada "+", provocando o basculamento da saída do comparador para um nível de tensão próximo ao de massa (0 V), com isso energizando o "LED" correspondente.

Ao superar 0,24 V, a tensão de entrada provoca ação idêntica no comparador seguinte;

0,36 V, no outro, e assim sucessivamente, até que, superando 1,2 V, o último comparador faz acender o "LED" conectado à sua saída.

No pino 9 do C.I. temos acesso a um circuito lógico interno, que permite escolher a modalidade de apresentação das indicações: ligando-se o pino 9 ao pino 11, somente acenderá um "LED" por vez ("pontos"); ligando-se o pino 9 ao pino 3, a indicação será do tipo "barra", com todos os diodos acendendo, desde o correspondente à tensão mais baixa, até o que acusa o valor da tensão aplicada ao pino 5.

Após este parêntese para que conhecêssemos o C.I. LM 3914, voltemos ao diagrama da Fig. 1.

A solicitação de corrente por parte do circuito depende da modalidade de indicação ("pontos" ou "barra"), que determina o número de "LED" acesos simultaneamente. Na indicação por "pontos", a corrente drenada não ultrapassa 15 mA, enquanto que, na modalidade "barra", ao se medir 10 V, a corrente se situa por volta dos 50 mA. Desta forma, para economizar pilhas, a indicação por "pontos" deve ser preferida. A limitação da corrente dos diodos fotomissores é feita pelos resistores R1 a R11, de 1 k Ω .

Como vimos anteriormente, o valor da tensão que provoca o acendimento do último "LED" (ou de todos na modalidade "barra") é de 1,2 V. Assim, para que na ponta de prova pudessem ser aplicados 10 V como tensão máxima, nos valem de um divisor de tensão resistivo, formado por R15 (no interior da ponta de prova), R14 e R13. R14, um potenciômetro-miniatura ("trim-pot"), permite a calibração do voltímetro. A razão de R15 ficar na ponta de

prova é prover um certo isolamento para esta. Desta forma, ao verificar-se tensões em circuitos sintonizados, a dessintonia por efeito de carga do instrumento, e conseqüente alteração no valor da tensão medida, será mínima.

A entrada do C.I. (pino 5) é protegida eficientemente contra tensões diretas e inversas até 35 V.

O diodo fotemissor D1 serve como referência de 0 V do voltímetro, e também como piloto, já que ele se ilumina ao se aplicar alimentação ao circuito, através de CH1.

MONTAGEM

Nosso protótipo foi montado com o auxílio de uma plaqueta de circuito impresso universal. Na Fig. 3 podemos vê-la pela face cobreada, com as interrupções a serem realizadas nos filetes.

A montagem não apresenta pontos críticos, e os fios que vão ter à plaqueta podem ser deixados um pouco mais compridos, o que facilitará eventuais verificações no circuito.

Na Fig. 4 temos o chapeado do "LED Voltmeter", onde vemos a disposição dos componentes sobre a plaqueta e as ligações desta com os componentes que são fixados na caixa do instrumento. A Foto 1 mostra como ficou o protótipo. Por se tratar de um integrado mais sensível e caro, achamos por bem montá-lo em um soquete de dezoito pinos. Desta forma, não há perigo de danificá-lo com uma soldagem direta. O C.I. deve ser o último componente a ser instalado, após a montagem ter sido conferida cuidadosamente.

Devemos empregar um soldador de pequena potência, com ponta fina. Não aqueça

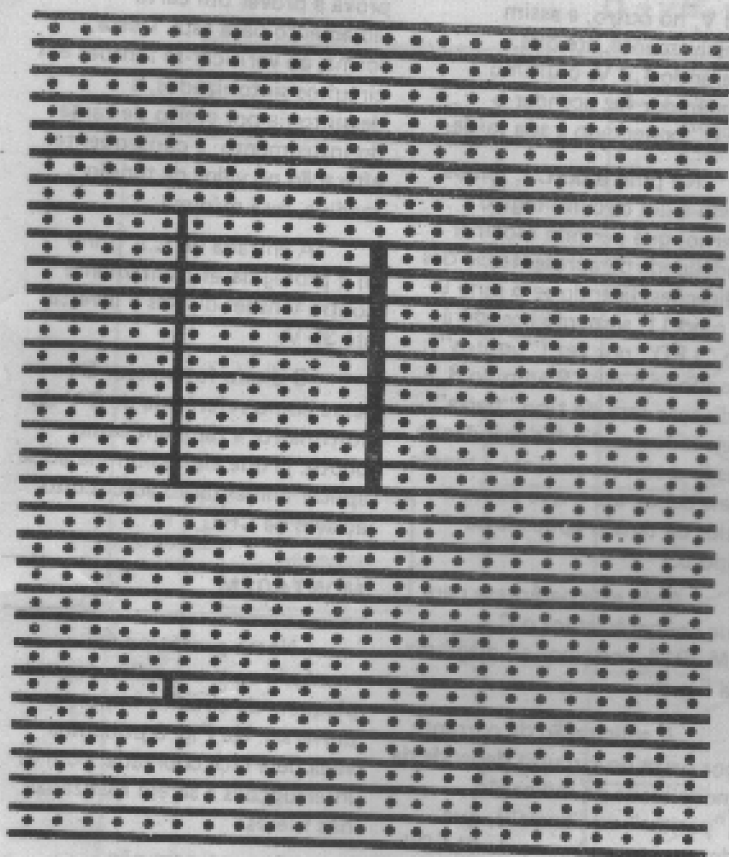


FIG. 3 - Plaqueta de circuito impresso universal utilizada na montagem do "LED Voltmeter", vista pela face cobreada, com os pontos onde os filetes de cobre devem ser interrompidos.

demasiadamente as partes a serem soldadas, pois há riscos de se alterar os componentes e provocar-se o descolamento dos filetes de cobre da plaqueta.

Os diodos fotomissores e o C.I. devem ser ligados respeitando-se a correta orientação de seus terminais. A Fig. 5 traz a identificação dos pinos do integrado e dos "LED".

CH1, CH2 e os onze diodos fotomissores são fixados ao painel da caixa do voltímetro. Da mesma forma, a plaqueta de circuito impresso também é fixada a este painel, utilizando dois parafusos e espaçadores confeccionados com o corpo de uma caneta esferográfica esgotada. Raspe o cobre próximo aos orifícios da plaqueta por onde passarão os parafusos de fixação, principalmente se for empregada uma caixa metálica.

A caixa para abrigar o voltímetro também poderá ser de plástico ou de madeira, pois não é necessário blindar-se o circuito.

Somente após a conclusão da montagem e confronto com o chapeado da Fig. 4 é que devemos colocar o integrado em seu soquete, prestando atenção quanto à orientação dos pinos, pois uma inversão provoca uma avaria irreversível do C.I.

Passa uma faquinha entre os filetes adjacentes da plaqueta que receberam solda, para eliminar resíduos que possam provocar curtos. Isso feito, e certificando-nos de que tudo está em ordem, podemos aplicar uma camada de breu diluído em álcool sobre a face cobreada da plaqueta, o que confere um ótimo acabamento e dá proteção.

Ponta de Prova - a ponta de prova foi feita com o corpo de uma caneta esferográfica esgotada, como vemos no

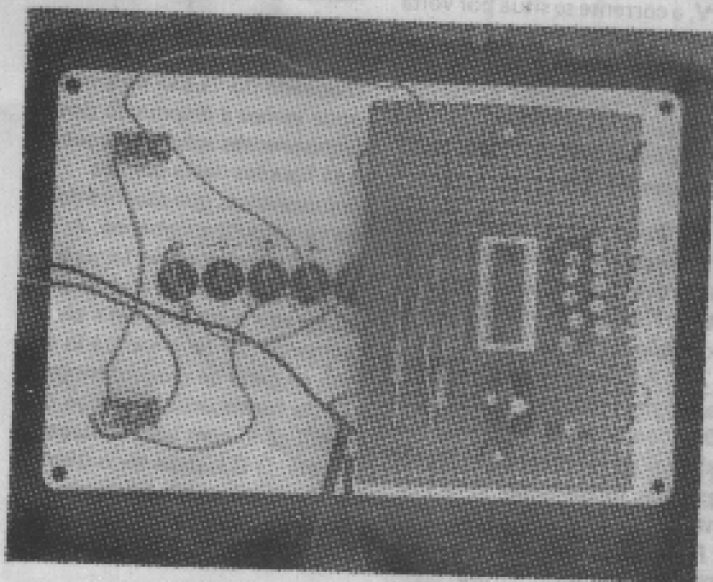


FOTO 1 - Disposição dos componentes sobre a plaqueta que foi fixada à tampa do protótipo por meio de dois parafusos.

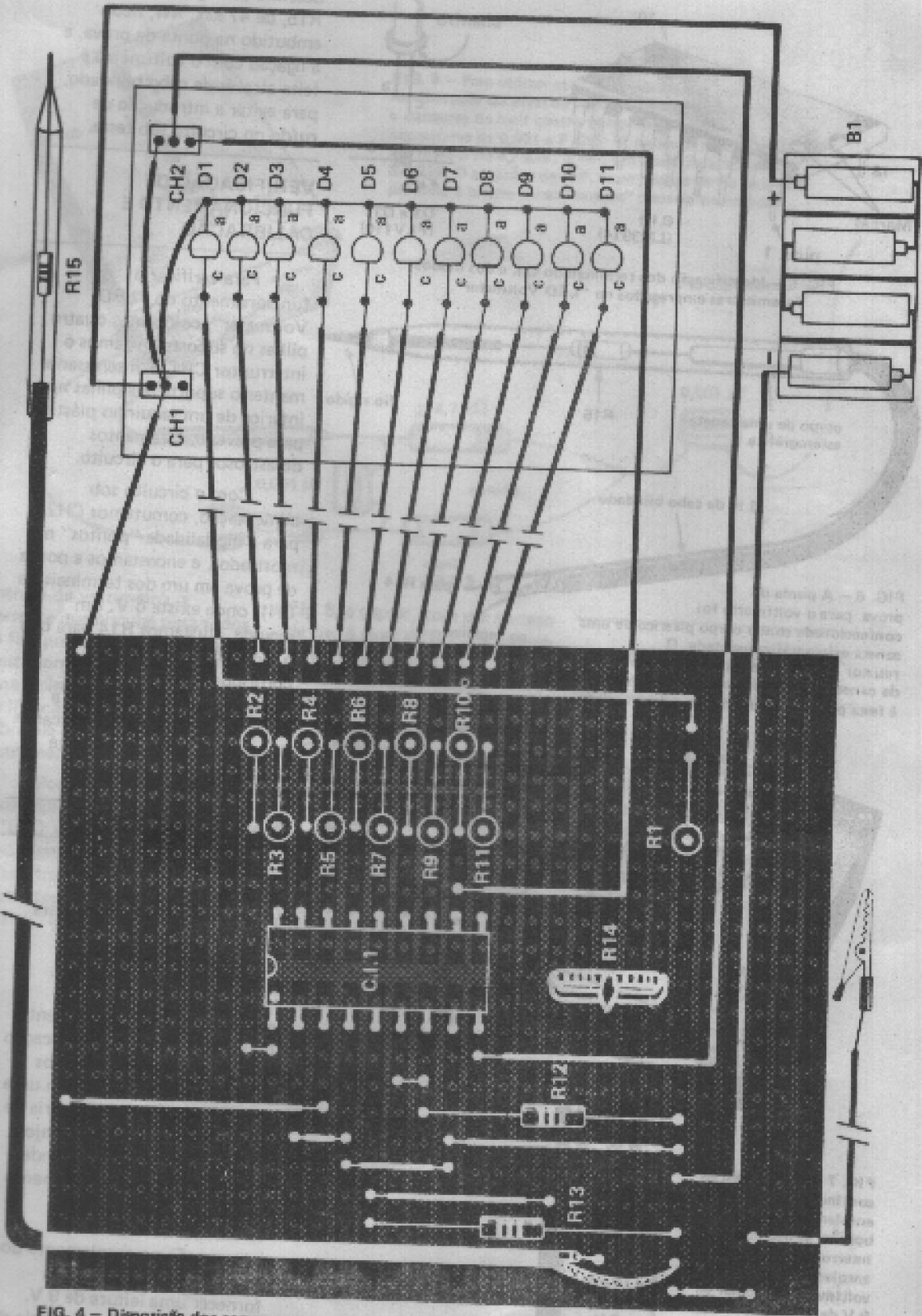


FIG. 4 - Disposiçao dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 3, e ligaçao desta aos componentes externos.

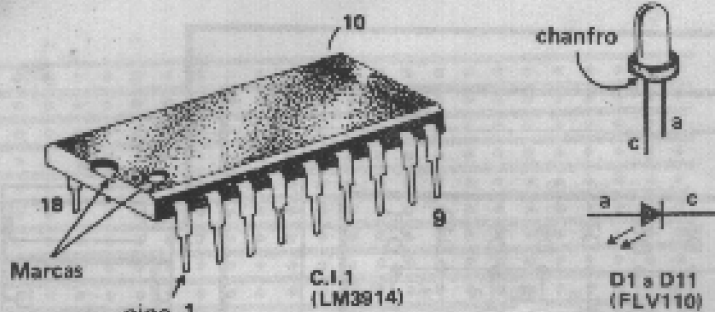


FIG. 5 - Identificação dos terminais do C.I. e dos diodos fotomissores empregados no "LED Voltmeter".

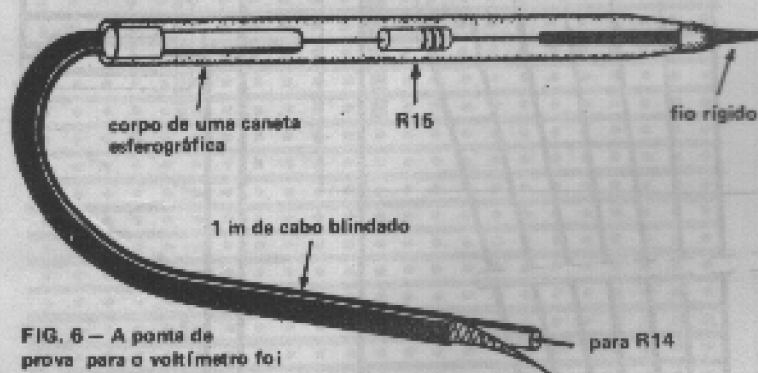


FIG. 6 - A ponta de prova para o voltímetro foi confeccionada com o corpo plástico de uma caneta esferográfica esgotada. O resistor R15 fica embutido no corpo da caneta, e a ligação com o instrumento é feita por intermédio de um cabo blindado.

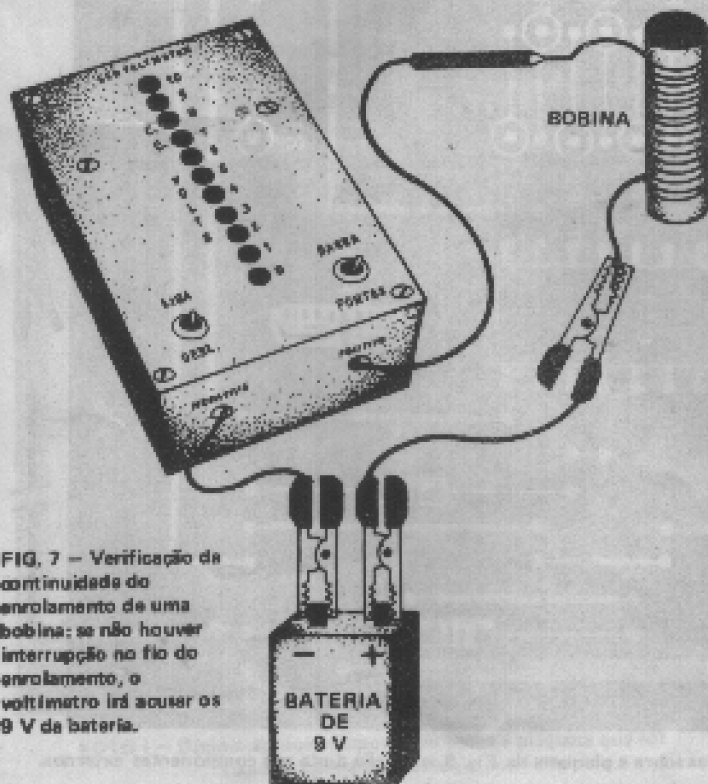


FIG. 7 - Verificação de continuidade do enrolamento de uma bobina: se não houver interrupção no fio do enrolamento, o voltímetro irá acusar os 9 V da bateria.

desenho da Fig. 6. O resistor R15, de 47 k Ω , 1/4W, ficou embutido na ponta de prova, e a ligação com o voltímetro é feita através de cabo blindado, para evitar a introdução de ruído no circuito sob teste.

VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO E CALIBRAÇÃO

Para verificar o funcionamento do "LED Voltmeter", colocamos quatro pilhas no suporte e ligamos o interruptor CH1. É interessante manter o suporte das pilhas no interior de um saquinho plástico, para prevenir vazamentos desastrosos para o circuito.

Com o circuito sob alimentação, comutamos CH2 para a modalidade "pontos" no mostrador, e encostamos a ponta de prova em um dos terminais de CH1, onde existe 6 V. Em seguida, ajustamos R14 para que o diodo fotemissor que corresponde a 6 V acenda. Passamos, então, CH2 para a posição "barra", para verificar se todos os "LED", de zero até 6 V, ficam iluminados.

ALGUMAS APLICAÇÕES

Além da função "voltímetro", o "LED Voltmeter" também se presta a outras aplicações. Vejamos algumas:

Verificação de continuidade - O instrumento pode ser utilizado na verificação da continuidade de circuitos elétricos. Basta contar com uma fonte de tensão (uma bateria de 9 V, por exemplo). O arranjo pode ser visto na Fig. 7, onde a continuidade do enrolamento de uma bobina está sendo verificada. Se não houver interrupção no enrolamento do indutor, o instrumento irá fornecer uma leitura de 9 V. Devido à altíssima resistência de

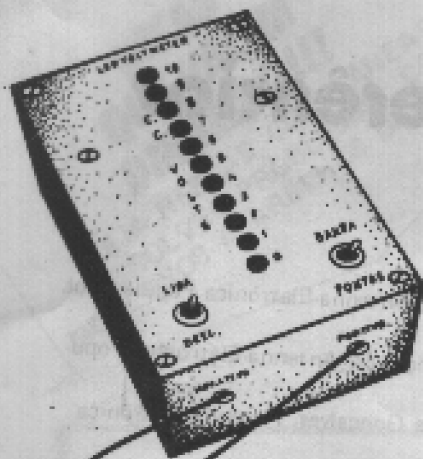
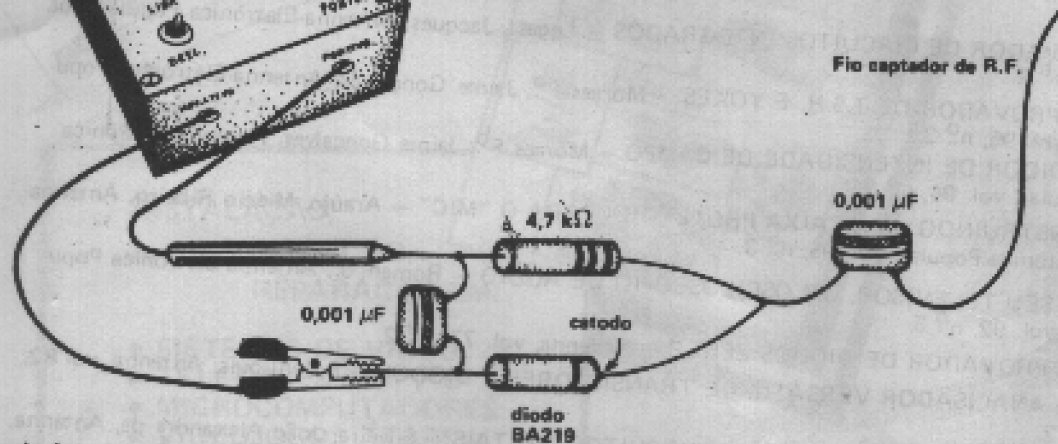


FIG. 8 — Para utilizar-se o "LED Voltmeter" na monitoração do nível de R.F. de um transmissor, basta o concurso de mais quatro componentes: dois capacitores de $0,001 \mu F$ (250 V, poliéster metalizado), um resistor de $4,7 k\Omega$, $\frac{1}{2} W$ e um diodo de sinal do tipo BA 219. O captador de R.F. é um pedaço de fio colocado próximo à antena ou ao "tanque" final do transmissor.



entrada do voltímetro, a corrente que circula, para todos os fins práticos, é inexistente. Desta forma, mesmo que exista uma resistência no circuito sob verificação, a queda de tensão sobre ela é desprezível, e o instrumento não a registra.

Monitor de transmissão —
Outra aplicação interessante para o "LED Voltmeter", é utilizá-lo para monitorar a saída de R.F. de um transmissor. Para tal, basta acrescentar um retificador de R.F., conforme vemos na

Fig. 8, e captar, com um pedaço de fio, o sinal de R.F. da antena ou do tanque final do transmissor. A principal vantagem deste indicador sobre os demais é a possibilidade de podermos sintonizar e monitorar no escuro, já que o mostrador do voltímetro é luminoso.

Também na função de esímetro ("S-Meter") o instrumento é interessante. Devemos, neste caso, reduzir os valores de R14 e R15 adequadamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O voltímetro eletrônico aqui apresentado sairá por uma insignificância, se comparado com os comerciais. Sua construção é simples, os resultados são garantidos e a robustez do instrumento o torna ideal para os que ainda não têm muita prática.