

Relógio Digital

Descrevemos um interessante relógio digital com mostrador gigante de 24 horas, ideal para colocação em grandes ambientes, como por exemplo, lojas, escolas, shoppings, ginásios de esportes e outros. O circuito utiliza circuitos integrados CMOS comuns e sua sincronização a partir da rede local garante a precisão que este tipo de montagem deve ter. Além do aspecto funcional, entretanto há de se destacar o aspecto didático do projeto, já que os leitores podem aprender muito sobre circuitos integrados CMOS, empreendendo esta montagem.

**Newton C. Braga
Joran T. da Silva**

Relógios digitais consistem em montagens de grande utilidade prática, bem como, servem para uma finalidade didática, que é a verificação na prática do funcionamento de funções lógicas mais complexas, como: contadores, decodificadores, etc.

O projeto aqui apresentado consiste numa extensão do publicado na revista Saber Eletrônica Nº190, já que modificações no sentido de excitar um display de maior potência foram introduzidas. O display em questão, pela

elevada corrente de seus segmentos, formados por diversos LEDs, exige o emprego de uma etapa de excitação especial e com isso uma modificação na fonte de alimentação.

No entanto, os resultados obtidos são bastante interessantes, com visualização a uma boa distância. É claro que, se o leitor quiser uma versão mais modesta, poderá eliminar o estágio excitador de potência e reduzindo os resistores de saída do decodificador para 330 Ω e a alimentação para 5 V, utilizar

displays discretos de 7 segmentos de pequenas dimensões. O projeto utiliza 13 circuitos integrados e a sincronização é feita a partir da rede local.

Veja que, uma das freqüências mais estáveis que temos disponíveis por motivos legais é a da rede local, de 60 Hz. Os relógios digitais de cabeceira (rádio-relógios) são sincronizados por esta freqüência e a variação que obtemos no tempo medido nos mostra como é precisa a freqüência utilizada. Isso significa que nosso relógio terá a mesma

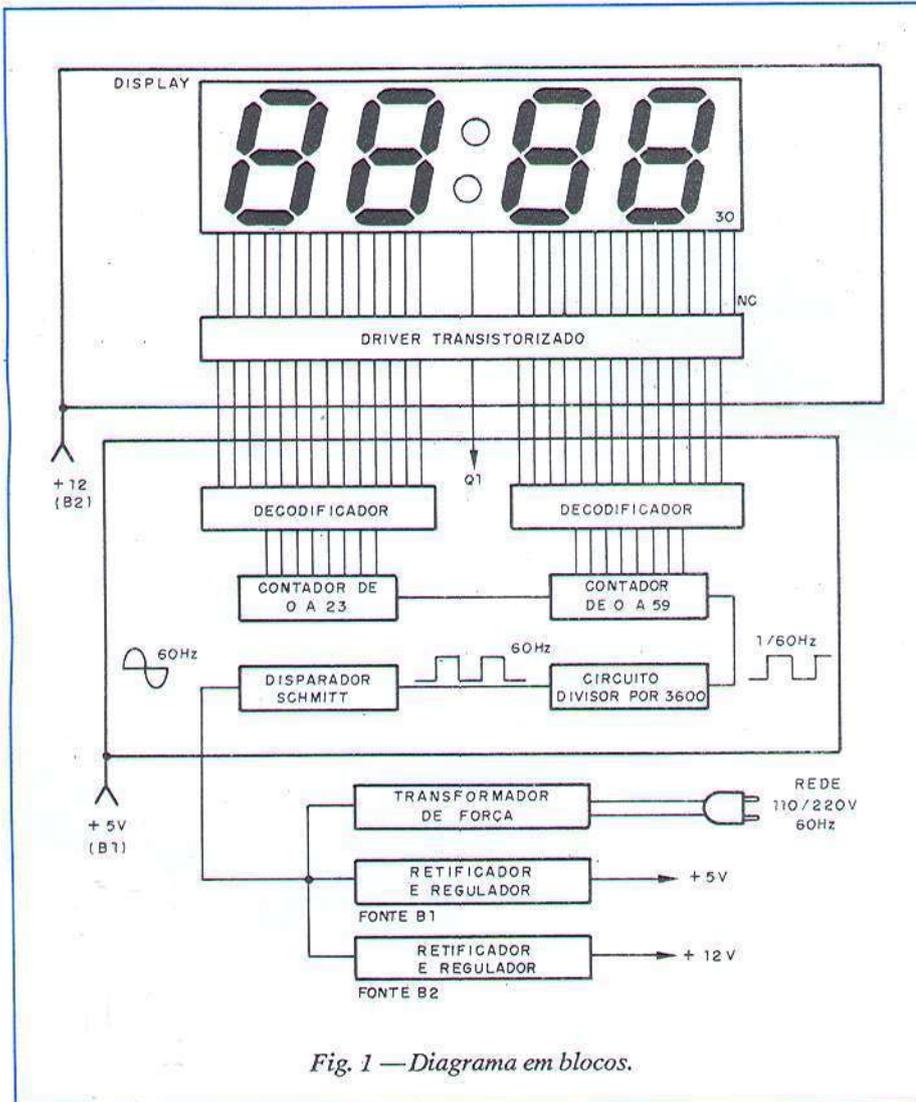


Fig. 1 — Diagrama em blocos.

precisão que qualquer relógio comum do tipo comercial, pois a sincronização é a mesma.

CARACTERÍSTICAS

- Tensão de aliment.: 110/220 V CA
- Mostrador: 24 horas e indicação de minutos
- Sincronização: 60 Hz da rede local
- Tipo de acerto: rápido e lento
- Dimensões dos dígitos: 21,0 larg x 42,5 alt. (em mm)

COMO FUNCIONA

Na figura 1 temos um diagrama em blocos do aparelho, por onde podemos analisar seu funcionamento.

A tensão da rede é transformada para 12 V por meio de um transformador que alimenta a etapa do driver (excitador) e o display e a fonte de 5 V alimenta o circuito lógico.

A tensão senoidal da rede é aplicada simultaneamente a uma porta AND que funciona como inversor de modo a obtermos pulsos retangulares de sincronismo do relógio. Esta porta fornece então um sinal de 60 Hz retangular que deve ser livre de ruídos ou interferências as quais são eliminadas com a ajuda de um filtro passa-baixas com R1

e C3. Eventualmente o capacitor C3 deve ser aumentado se a rede local for "ruidosa" ocorrendo disparos erráticos. Valores até 47 nF podem ser experimentados se na saída da porta for obtida frequência diferente de 60 Hz.

O sinal retangular de sincronismo é aplicado a um bloco divisor por 3 600 que tem por base um circuito integrado 4040.

Por que dividir por 3 600?

Fazendo esta divisão 60 x 60, obtemos um pulso a cada minuto para excitação direta do relógio em si.

A divisão por 3 600 é obtida através de uma lógica combinacional que leva a existência em conta a existência dos 12 Flip-flops (divisores por potências de 2) no 4040. Desta forma, os 3 600 são obtidos quando as saídas de peso 2048, 1024, 512 e 16 são ativadas, pois a soma destes valores resultam em 3 600.

Assim, com três portas AND de um circuito integrado 4081, cujas entradas são ligadas as saídas com os "pesos" indicados acima, obtemos um pulso a cada 3 600 pulsos de entrada do circuito de sincronismo a partir da rede, já estudado no início de nossas explicações.

Neste bloco incluímos duas chaves que servem para acelerar a contagem num acerto rápido ou lento, necessário em determinados momentos.

O acerto rápido é obtido com a ligação em Q0 quando obtemos 60 pulsos por segundo e portanto o relógio conta 1 minuto de acerto em cada segundo que deixamos o S1 pressionado. Já o acerto lento é feito com a divisão por 32, obtendo-se dois pulsos por segundo, para um acerto dos minutos que correrão na velocidade de dois minutos em cada segundo que deixarmos S2 pressionado.

Os sinais de contagem e acerto são levados aos blocos de contagem que

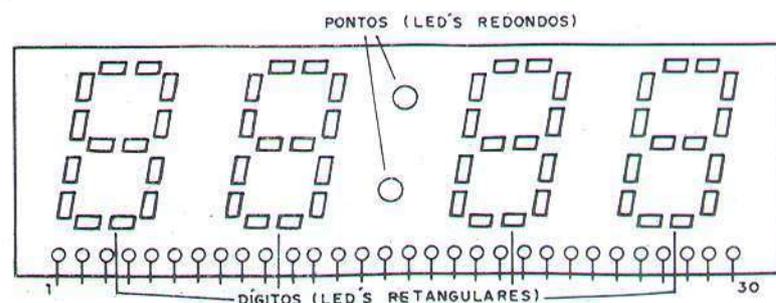
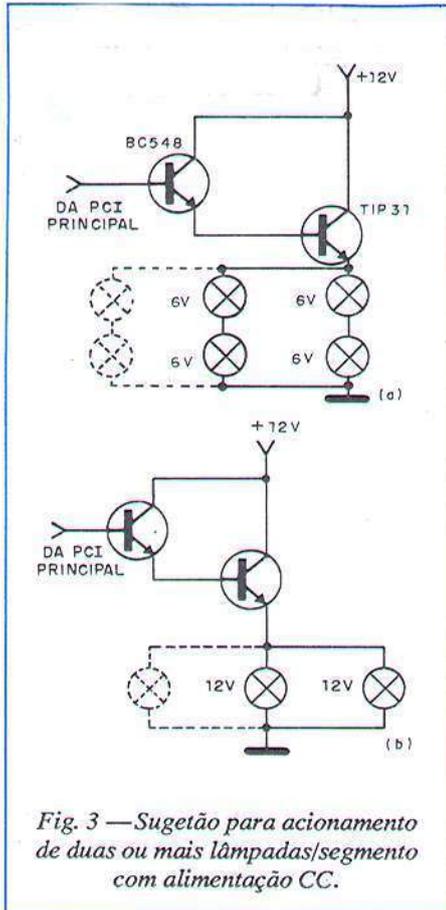


Fig. 2 — Display improvisado de LEDs.



tem por base contadores 4029 e decodificadores do tipo 4511. Explicações sobre os contadores 4029 podem ser obtidas na revista Saber Eletrônica Nº190 - pg 5.

Estes contadores são programados de modo a termos dois blocos básicos. O primeiro formado por CI-1, CI-2, CI-3 e CI-4, fazem a contagem de 0 até 59, consistindo pois no contador de minutos. A porta CI-10 "sente" o instante em que chegamos ao 59 e zera o circuito, passando um pulso de contagem para o bloco de horas.

O bloco de horas tem a porta CI-10 ligada aos pinos 11 e 14 de CI-7 e CI-5 que "sente" quando a contagem chega a 23, zerando o circuito, pois neste caso o contador conta de zero a 23.

Os sinais obtidos nas saídas dos contadores 4029 precisam ser decodificadores para excitar displays de 7 segmentos.

Isso é feito pelos circuitos integrados CMOS 4511. No entanto, com alimentação de 5 V a corrente máxima disponível nas saídas deste circuito integrado é de 25 mA, o que significa a possibilidade de excitar apenas displays comuns pequenos, como os usados em relógios de cabeceira.

Para excitar um display de maior tamanho como o indicado neste projeto temos de usar um driver transistorizado, alimentado com tensão maior.

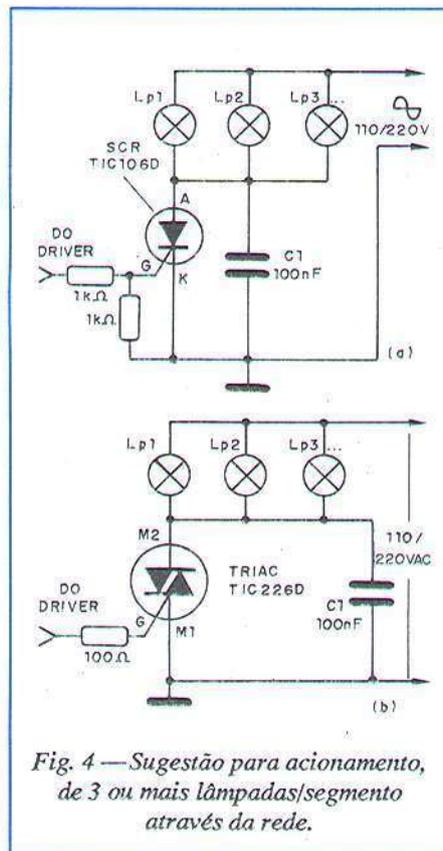
No circuito temos ainda dois pontos do display que são alimentados por um transistor ligado a saída de acerto lento. Desta forma os pontos piscam a razão de 1 Hz, (um pulso por segundo), indicando o funcionamento do relógio.

Uma possibilidade interessante para os leitores que não quiserem usar o display comercial indicado é fabricar um display com LEDs retangulares e redondos, conforme indica a figura 2.

Cada segmento pode ser formado por 4 ou 5 LEDs comuns e montados sobre um painel de acrílico escuro, de modo a se ocultar a placa de ligações.

Com a utilização de um driver Darlington podemos alimentar segmentos de maior potência ainda, num relógio de maiores dimensões por exemplo com 2 lâmpadas de 6 V ligadas em série para cada segmento ou mais, ou então lâmpadas de automóvel (12 V) ligadas em paralelo, conforme mostra a figura 3.

Neste caso, a fonte de 12 V para este setor deve ser redimensionada preferivelmente com um transformador separado. E, finalmente existe a possibilidade de alimentarmos lâmpadas de alta potência para a rede de 110 V



LISTA DE MATERIAL

- CI-1, CI-3, CI-5 e CI-7 - 4029 - circuito integrado CMOS
 - CI-2, CI-4, CI-6 e CI-8 - 4511 - circuito integrado CMOS
 - CI-9 - 4040 - circuito integrado CMOS
 - CI-10 e CI-11 - 4081 - circuito integrado CMOS
 - CI-12 - 7805 - circuito integrado regulador de tensão
 - CI-13 - 7812 - circuito integrado CMOS
 - D1, D2, D3, D4, D10 e D11 - 1N4002 ou equivalentes - diodos de silício
 - D5, D6, D7, D8 e D9 - 1N4148 - diodos de silício de uso geral
 - T1 - transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V x 1 A
 - C1 e C4 - 220 µF x 40 V - capacitores eletrolíticos
 - C2 - 220 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico
 - C3 - 1 nF ou mais - capacitor de poliéster ou cerâmico (ver texto)
 - C5 - 100 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
 - R1, R2 e R3 - 10 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, laranja)
 - R4 a R32 - 330 Ω x 1/8 W - resistores (marrom, preto, laranja)
 - DY1 - Display gigante - MCD 2024
 - Q1 a Q30 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral (ver texto)
- Diversos: placas de circuito impresso, radiadores de calor, soquetes para os circuitos integrados, caixa para montagem, cabo de alimentação, suporte para fusível, fios, solda, etc.

excitando SCRs ou Triacs, conforme mostra a figura 4.

MONTAGEM

Na figura 5 temos a diagrama completo do aparelho.

A placa principal do setor de contagem e base de tempo é mostrada na figura 6.

Na figura 7 temos a placa com os excitadores para o display indicado na lista de material.

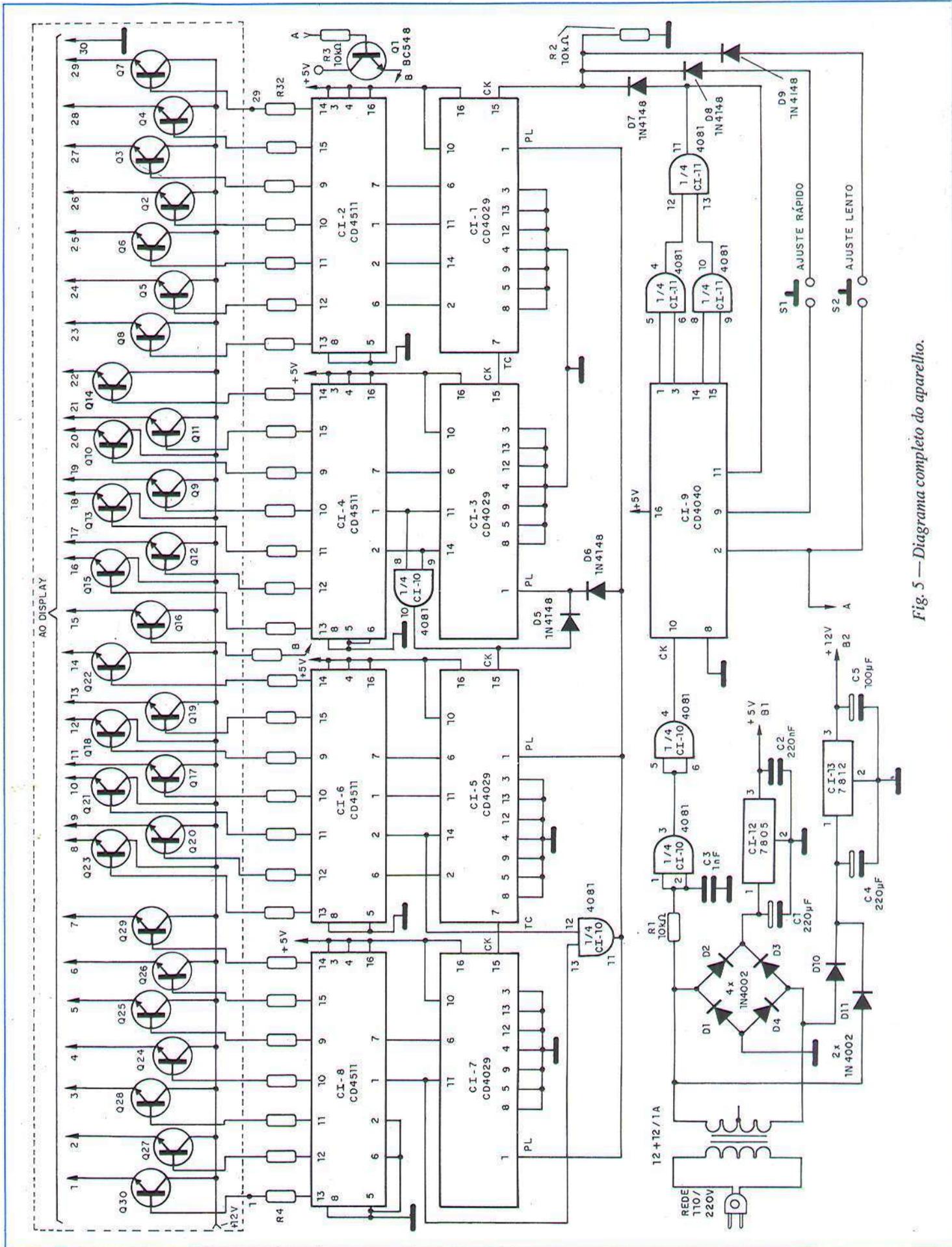


Fig. 5 — Diagrama completo do aparelho.

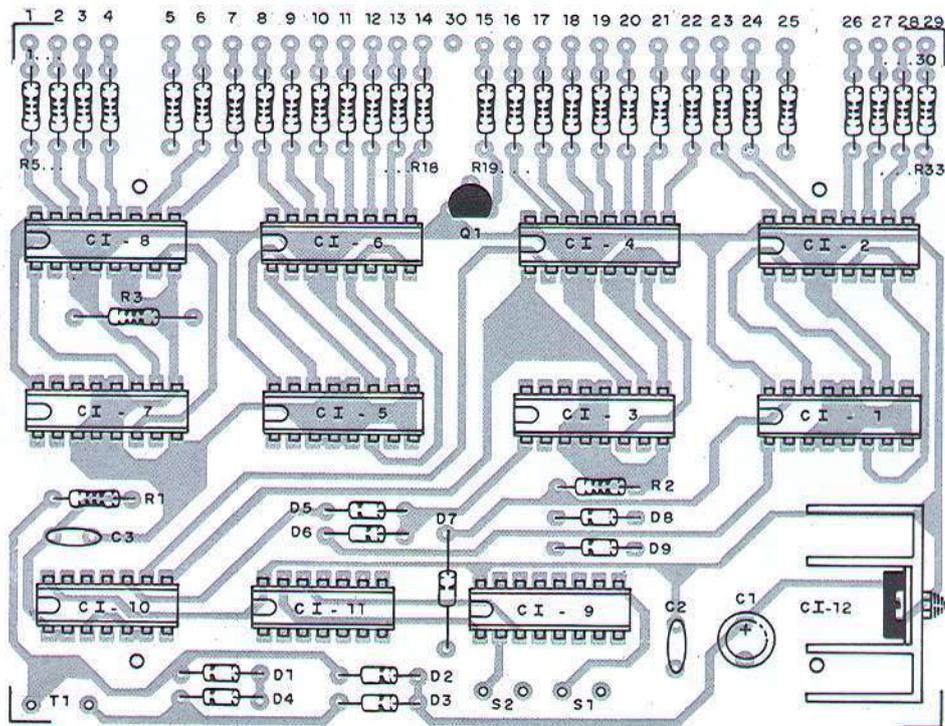
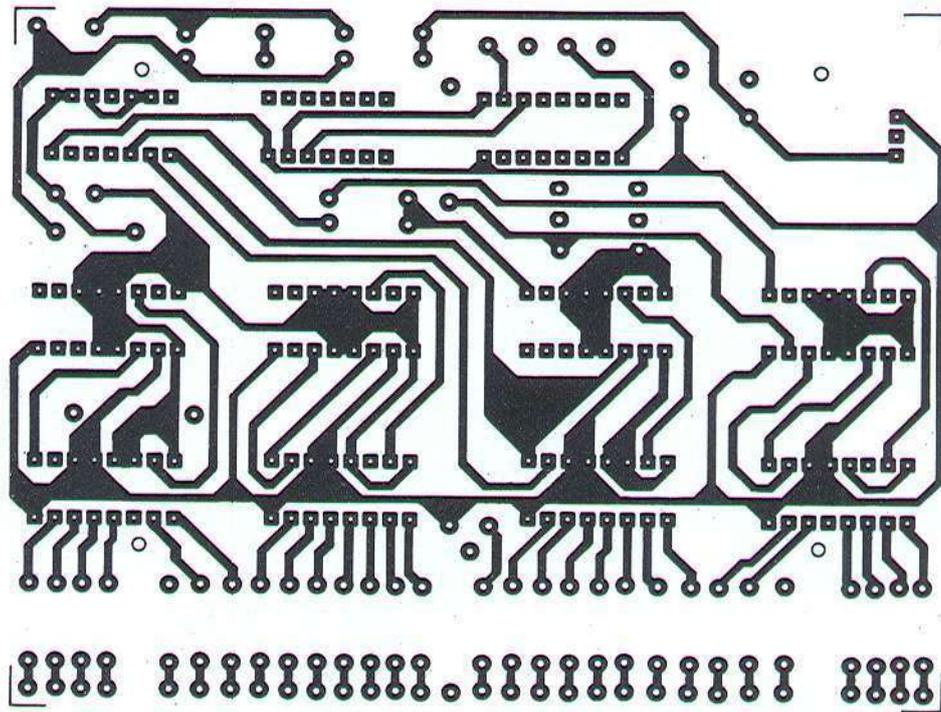


Fig. 6 — Montagem em placa de circuito impresso do circuito principal.

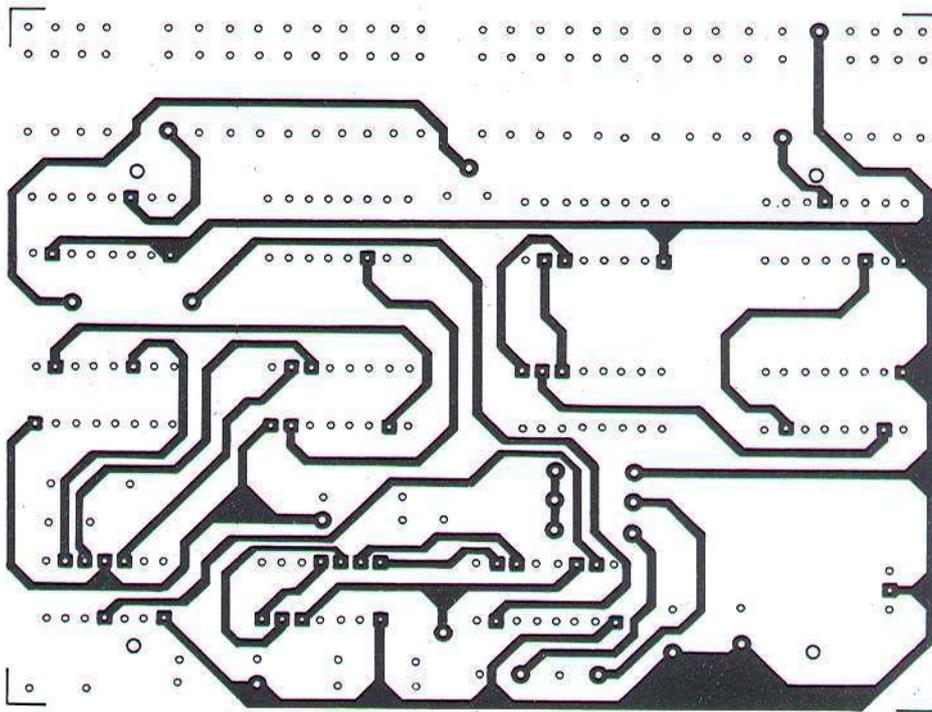


Fig. 6 — (Cont.) - Montagem em placa de circuito impresso do circuito principal.

A figura 8 mostra o display indicado com a identificação dos pontos de ligação.

Observe que o circuito integrado 7812 deve ser dotado de um radiador de calor, assim como o CI-12 que fornece os 5 V para a placa de contagem.

Para os demais circuitos integrados, sugerimos a utilização de soquetes DIL conforme a pinagem de cada um.

O número elevado de componentes exige que a placa de contagem e base de tempo seja de dupla face. Com este recurso não temos a necessidade de empregar jumpers.

Os resistores são todos de 1/8 ou 1/4 W com qualquer tolerância e os eletrolíticos para 40 V ou mais. C2 deve ser de poliéster ou cerâmico de boa qualidade.

O transformador tem enrolamento secundário de 12 + 12 V e primário de acordo com a rede local.

Um fusível de proteção deve ser intercalado entre a alimentação e o primário do transformador.

O display é indicado na lista de material, e havendo dificuldade para sua obtenção o leitor pode elaborar um com LEDs ou mesmo lâmpadas, conforme sugerido na parte introdutória.

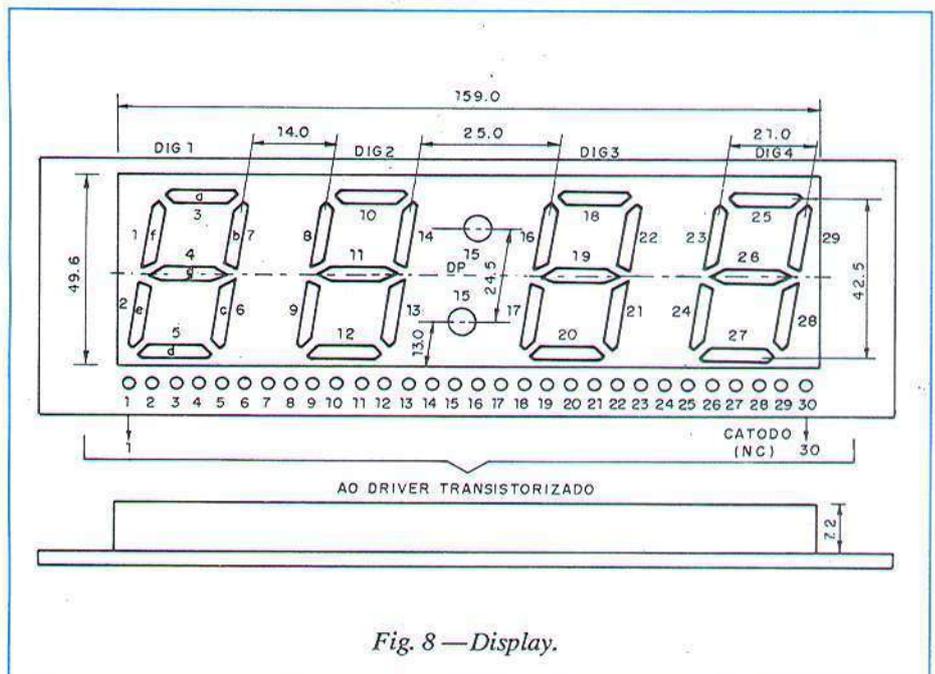


Fig. 8 — Display.

Os interruptores de acerto são simples interruptores de pressão do tipo NA. Os diodos da parte retificadora são de silício do tipo 1N4002 ou equivalentes, enquanto que os demais são diodos de silício de uso geral 1N4148 ou equivalentes.

Os transistores excitadores são BC548 para correntes totais de seg-

mento até 100 mA. Para correntes maiores podemos usar tipos como o BC 337 ou BC338 que admitem até 500 mA de corrente de coletor.

PROVA E USO

Ligando o aparelho proceda ao acerto pressionando S2.

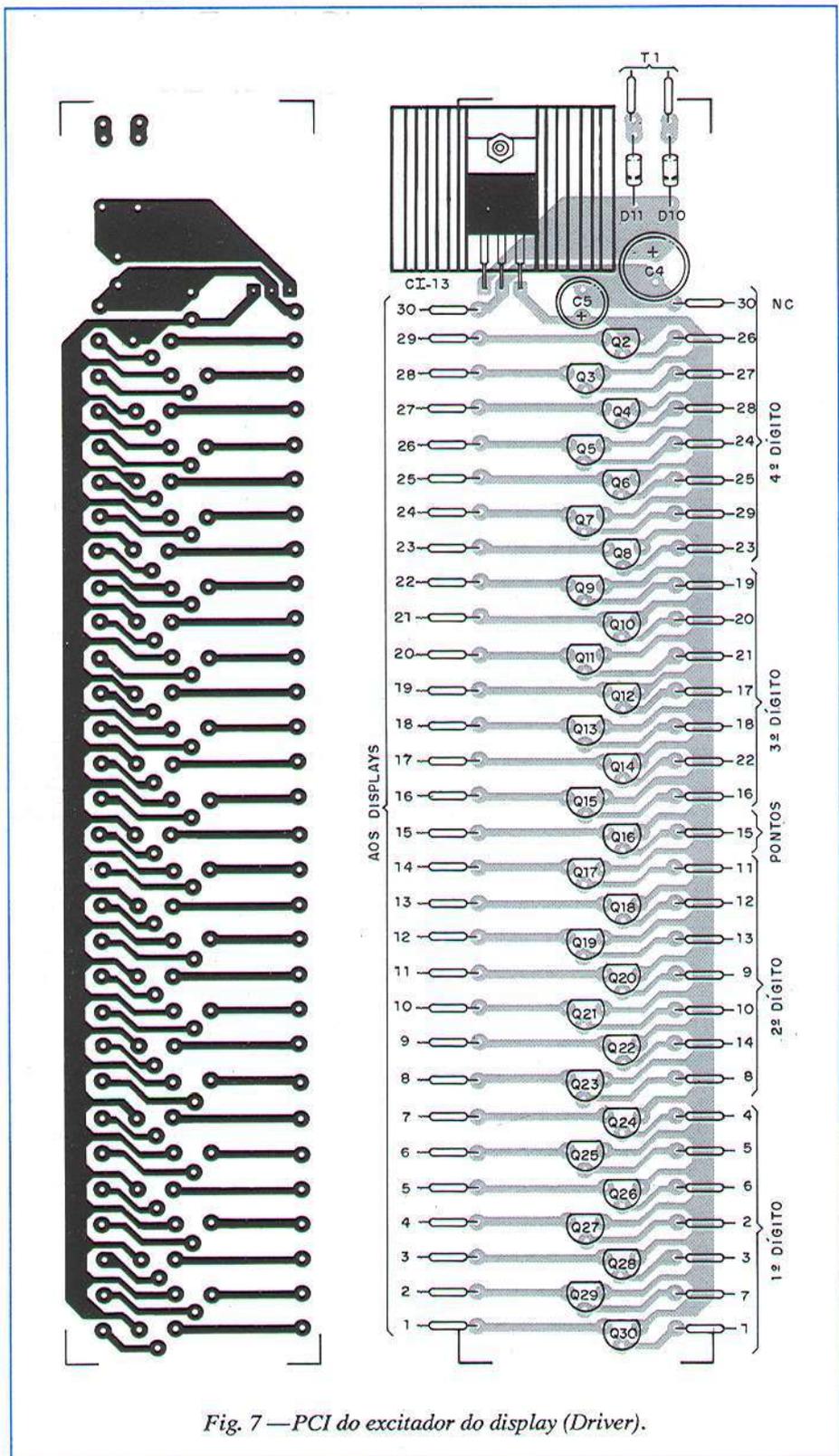


Fig. 7 — PCI do excitador do display (Driver).

Verifique se todos os segmentos do mostrador acendem e se após o acerto os dois pontos indicadores piscam ritmadamente. Se isso não acontecer procure o pulso de 60 Hz na saída de CI-10 (entrada de CI-09 - pino 10).

Comprovado o funcionamento podemos instalar o display numa caixa

com um painel acrílico transparente ou escuro, conforme o gosto do montador.

A deficiência de acionamento de qualquer segmento deve ser verificada com um indicador de níveis lógicos na saída do integrado correspondente e depois com um exame do funcionamento do próprio segmento. ■

Este [re]trabalho é o resultado da parceria entre os seus autores, **Newton C. Braga** e **Joran T. Da Silva**, e o qual se destina exclusivamente à publicação no sítio do **Instituto Newton C. Braga - INCB** (www.newtonbraga.com.br).

Trata-se de uma compilação de imagens escaneadas da revista **Saber Eletrônica**, p 3-10, nº 226, nov 1991, realizada por **Joran T. Da Silva**, em **28/03/2012**, a fim de resgatar a memória histórica acerca de artigo ou matéria publicada no passado pelos autores **Newton C. Braga** e **Joran T. Da Silva**, que outrora se embrenharam no mundo das tecnologias (elétrica, eletrônica, mecatrônica, automação, instrumentação, telecomunicação, informática e tantas outras) e redigiram sobre as suas experiências e as publicaram através de algum veículo editorial.

O artigo “**Relógio Digital**” é originalmente o resultado de uma ideia de **Newton C. Braga** e **Joran T. Da Silva** nos idos de 1991 e transformada em texto e imagens a fim de subsidiar o conhecimento e a prática dos leitores da época, e agora [re]apresentada aqui no **INCB** como resgate histórico.

Cordiais saudações a todos.

Joran Tenório da Silva