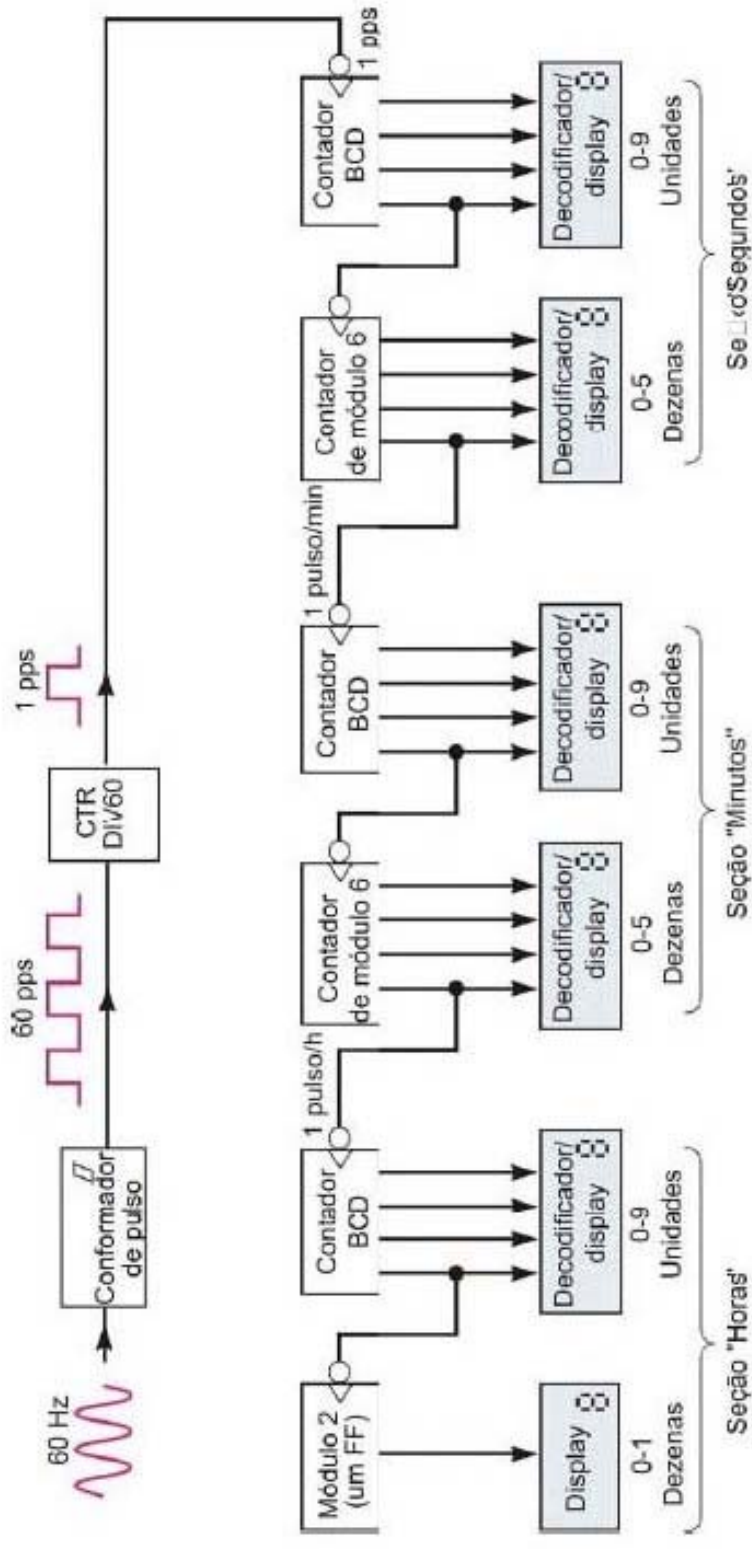


## Diagrama de blocos de um relógio digital



## 7-17 APLICAÇÕES DE CONTADORES: RELÓGIO DIGITAL

Uma das aplicações mais comuns de contadores é o relógio digital — um relógio de tempo que mostra em um display o tempo do dia em horas, minutos e às vezes segundos. De modo a construir um relógio digital preciso, é necessária uma frequência básica bastante controlada. Para relógios digitais que funcionam com bateria, a frequência básica é obtida normalmente de um oscilador com cristal de quartzo. Relógios digitais que operam com tensão AC, da rede de energia elétrica, podem usar a frequência de 60 Hz como sua frequência básica. Em ambos os casos, a frequência básica deve ser dividida para a frequência de 1 Hz ou 1 pulso por segundo (1 pps). A Fig. 7-47 mostra o diagrama de blocos básico para um relógio digital que opera com 60 Hz.

O sinal de 60 Hz é enviado para um circuito Schmitt-trigger para produzir pulsos quadrados a uma taxa de 60 pps. Esta forma de onda de 60 pps é levada ao contador de módulo 60, que é usado para dividir os 60 pps para 1 pps. O sinal de 1 pps é levado para a seção de SEGUNDOS, que por sua vez é usada para contar e mostrar os segundos de 0 até 59. O contador BCD avança uma contagem por segundo. Após 9 segundos, o contador BCD recicla para 0, o que, por sua vez, aciona o contador de módulo 6 e faz com que ele avance uma contagem. Isto continua por 59 segundos; neste ponto, o contador de módulo 6 está com a contagem de 101 (5) e o contador BCD está com 1001 (9), portanto o display apresenta 59 segundos. O próximo pulso recicla o contador BCD para 0, o que por sua vez recicla o contador de módulo 6 para 0 (lembre-se, o contador de módulo 6 conta de 0 a 5).

A saída do contador de módulo 6 da seção dos SEGUNDOS tem uma frequência de 1 pulso por minuto (ele recicla a cada 60 segundos). Este sinal é levado para a seção dos MINUTOS, que conta e mostra os minutos de 0 até 59. A

seção dos MINUTOS é idêntica à seção dos segundos, e opera exatamente da mesma maneira.

A saída do contador de módulo 6 da seção dos MINUTOS tem uma frequência de 1 pulso por hora (ele recicla a cada 60 minutos). Este sinal é levado para a seção das HORAS, que conta e mostra as horas de 1 até 12. A seção das HORAS é diferente das seções dos SEGUNDOS e dos MINUTOS, pois ela nunca vai para o estado 0. Os circuitos desta seção são suficientemente não-usuais para garantirem uma investigação mais detalhada.

A Fig. 7-48 mostra em detalhe os circuitos contidos na seção das HORAS. Ela tem um contador BCD para contar as unidades das horas, e um único FF (módulo 2) para contar dezenas de horas. O contador BCD é um 74LS192, que opera exatamente igual ao 74LS193, que estudamos anteriormente, com a exceção de que ele só conta entre 0000 e 1001. Em outras palavras, o 74LS192 pode tanto contar em BCD de modo crescente (isto é, de 0 a 9, reciclando para 0) como de modo decrescente (isto é, de 9 para 0, reciclando para 9). Aqui, ele é usado para contar no modo crescente, em resposta ao sinal de 1 pulso/hora vindo da seção de MINUTOS. O INVERSOR na entrada  $CP_U$  é necessário pois o 74LS192 responde a transições de subida, e queremos que ele responda na descida, que ocorre quando a seção de MINUTOS recicla de volta para 0.

Os pulsos que chegam vão avançando a contagem BCD uma vez por hora. Por exemplo, às 7 horas este contador estará com 0111, e seu circuito decodificador/display estará mostrando o número 7. Ao mesmo tempo, X estará em BAIXO, e seu display mostrará um 0. Assim, os dois displays mostrarão "07". Quando o contador BCD está no estado 1001 (9) e o próximo pulso de entrada ocorre, ele reciclará de volta para 0000. A descida de  $Q_3$  comutará o flip-flop X de 0 para 1. Isto produz o número 1 no display de X, e o número 0 no display do contador BCD, de modo que os displays combinados apresentem "10", para indicar 10 horas em ponto.

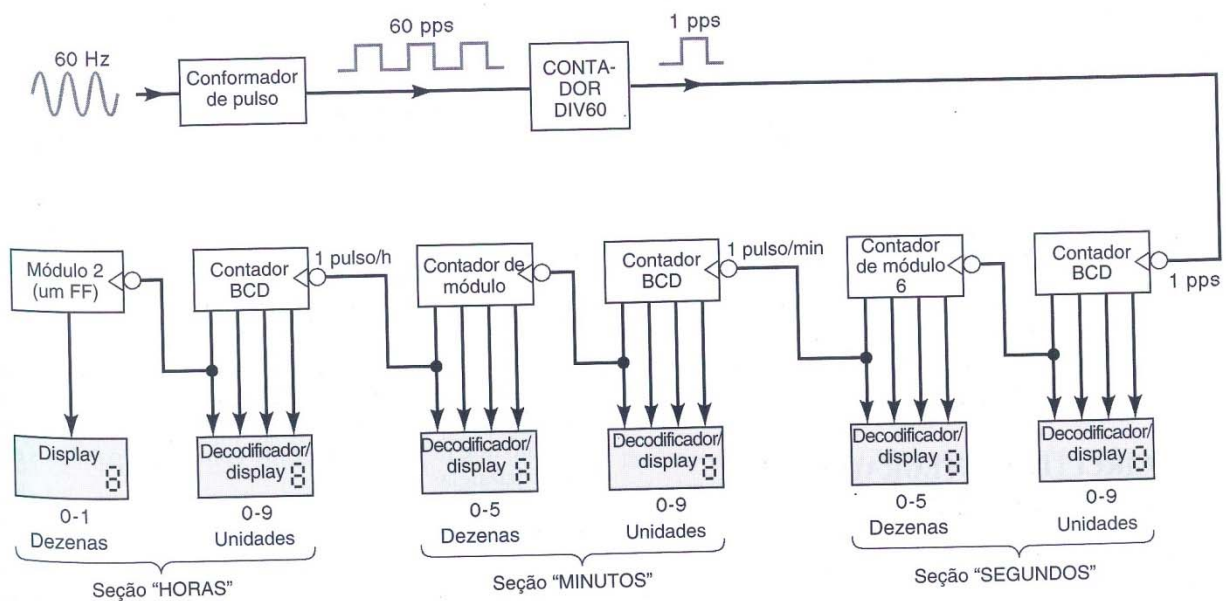


Fig. 7-47 - Diagrama de blocos para um relógio digital.



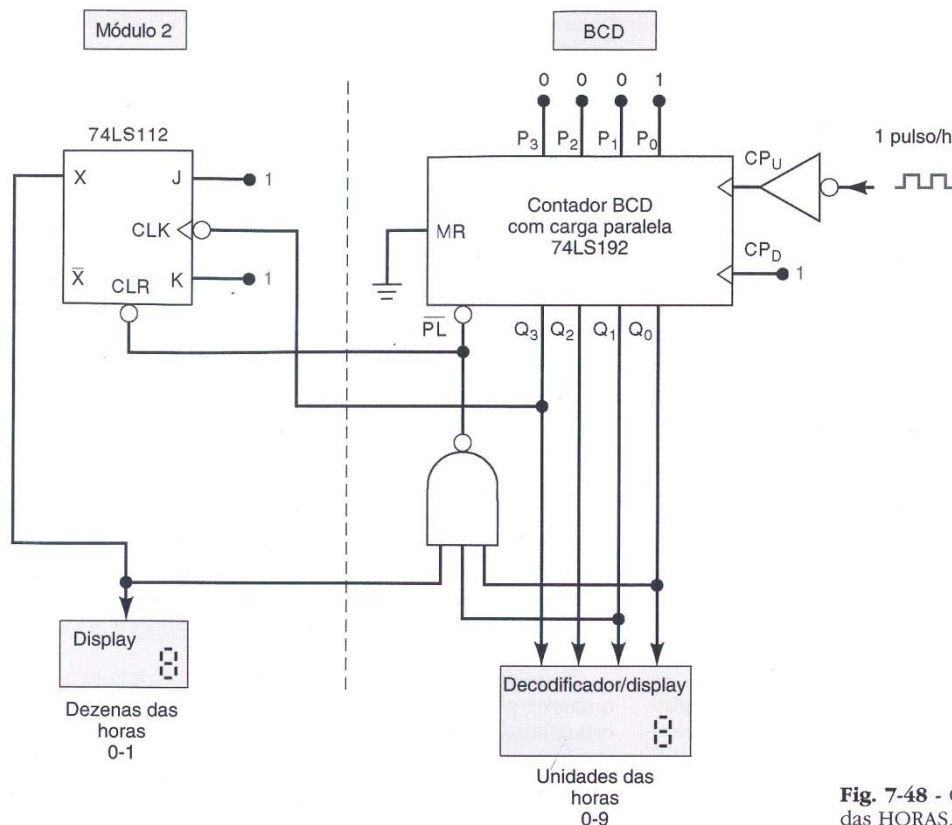


Fig. 7-48 - Circuito detalhado para a seção das HORAS.

Os dois próximos pulsos incrementam o contador BCD, de modo que "11" e "12" são apresentados às 11 e às 12 horas, respectivamente. O próximo pulso leva o contador BCD para 0011 (3). Neste estado, as saídas  $Q_1$  e  $Q_0$  do contador estão ambas em ALTO, e  $X$  ainda está em ALTO. Assim, a saída da porta NAND vai para BAIXO e ativa o  $\overline{CLR}$  do flip-flop  $X$  e a entrada  $\overline{PL}$  do 74LS192. Isto limpa  $X$  para 0 e carrega o contador BCD com 0001. O resultado é a apresentação no display de "01", para indicar 1 hora. Diversos problemas no final do capítulo fornecerão maiores detalhes sobre o circuito do relógio digital.

neira pela qual os dados saem do registrador. As diversas classificações são listadas a seguir:

1. Entrada paralela/saída paralela
2. Entrada serial/saída serial
3. Entrada paralela/saída serial
4. Entrada serial/saída paralela

Cada um destes tipos e muitas variações estão disponíveis sob a forma de CIs, de modo que o projetista pode, na maioria das vezes, encontrar exatamente o que é necessário para uma dada aplicação. Nas seções seguintes, examinaremos um CI representativo para cada uma das categorias relacionadas.

#### QUESTÕES DE REVISÃO

1. Relacione os blocos básicos que formam um circuito de relógio digital.
2. Por que é necessário um INVERSOR na Fig. 7-48?

### 7-18 CIRCUITOS INTEGRADOS DE REGISTRADORES

Os vários tipos de registradores podem ser classificados de acordo com a maneira pela qual os dados podem ser apresentados ao registrador para armazenamento e com a ma-

### 7-19 ENTRADA PARALELA/SAÍDA PARALELA — O 74174 E O 74178

Realmente existem dois tipos de registradores na categoria de **entrada paralela/saída paralela**. Um é estritamente paralelo, e o outro é, na verdade, um registrador de deslocamento que pode ser carregado com dados paralelos e tem saídas paralelas disponíveis.

#### O 74174

A Fig. 7-49(a) mostra o diagrama lógico para o 74174 (também para o 74LS174 e o 74HC174), um registrador de 6 bits