

CRONÔMETRO DIGITAL

PROJETO

OBJETIVOS:

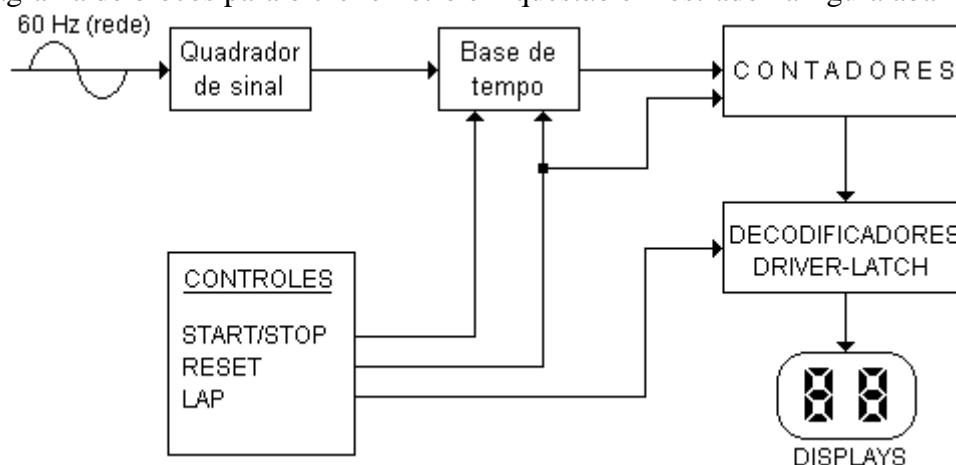
- Verificação do funcionamento dos contadores;
- Aplicabilidade de circuitos contadores;
- Verificação do funcionamento de um cronômetro digital.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

O funcionamento de um cronômetro digital baseia-se nos contadores digitais.

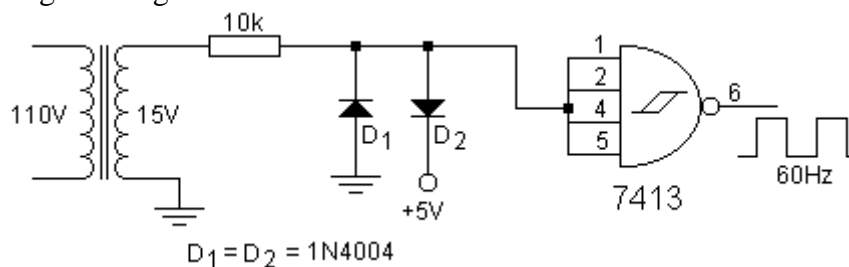
O cronômetro proposto para esta experiência tem o seu pulso de clock sincronizado com a rede de energia elétrica, através de um circuito digital que divide sucessivamente a frequência, até atingir 1Hz.

O diagrama de blocos para o cronômetro em questão é mostrado na figura abaixo:



A frequência padrão a ser utilizada é de 60Hz. proveniente da rede de alimentação, cuja forma de onda é senoidal. Acontece entretanto, que essa forma de onda não é adequada para ser utilizada como pulso de clock.

Para que essa forma de onda fique compatível com os circuitos TTL torna-se necessário transformá-la em uma onda quadrada, o que é conseguido através de um *circuito quadrador*, conforme ilustra a figura a seguir:

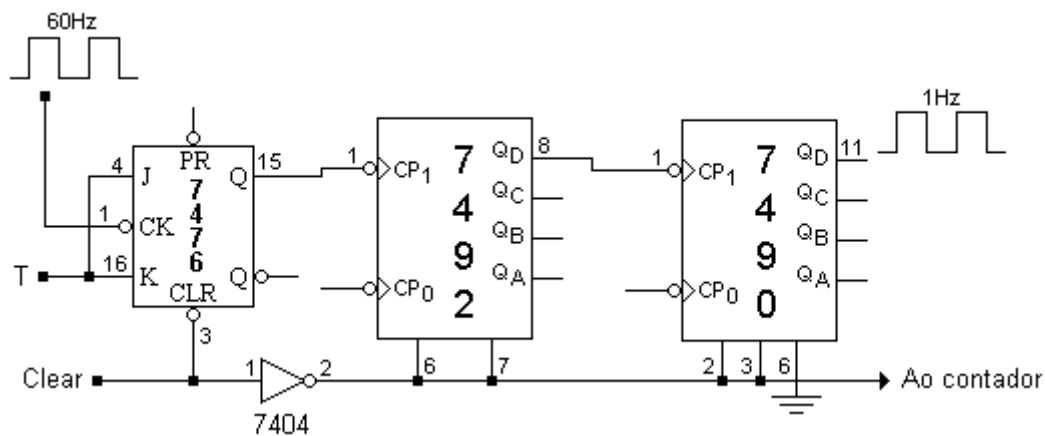


O sinal senoidal proveniente de um transformador abaixador 110V/15V é aplicado a uma porta Schmitt-Trigger que se encarregará de processar a conversão para onda quadrada do sinal senoidal.

Como o cronômetro irá trabalhar na faixa de 0 a 59 segundos, necessitamos de um sinal de clock de 1Hz, cuja base de tempo corresponde a 1 segundo.

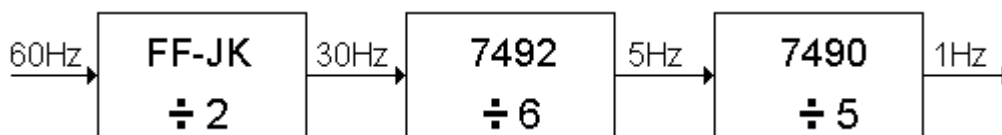
O circuito *base de tempo* recebe portanto uma frequência de 60Hz e através de divisões sucessivas, sua frequência na saída será de 1Hz.

A figura abaixo mostra o circuito *base de tempo*.



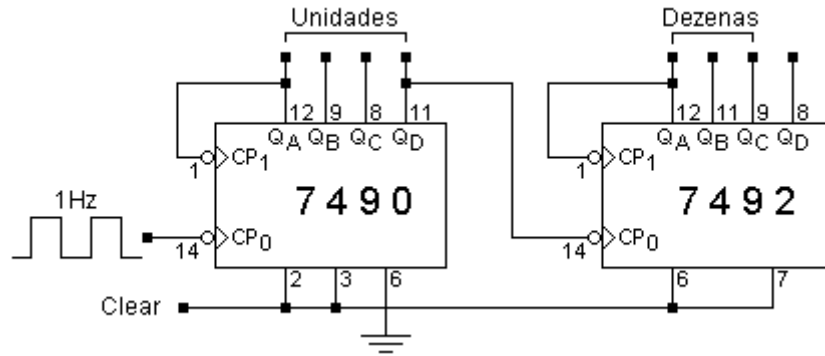
O que se observa é que o circuito *base de tempo* nada mais é do que um circuito implementado com contadores em cascata (ligados em série), de forma a obtermos um contador módulo 60.

Neste caso, a frequência da entrada será dividida por 60, conforme ilustra o diagrama de blocos abaixo:



No circuito *base de tempo* a entrada Clear será uma das partes do circuito de reset, enquanto que a entrada T será responsável pela operação Start/Stop (início e parada) do cronômetro.

Dessa forma, construído o circuito *quadrador* e o circuito *base de tempo*, podemos fazer o acoplamento ao bloco do contador, que também é módulo 60, o qual é mostrado a seguir:

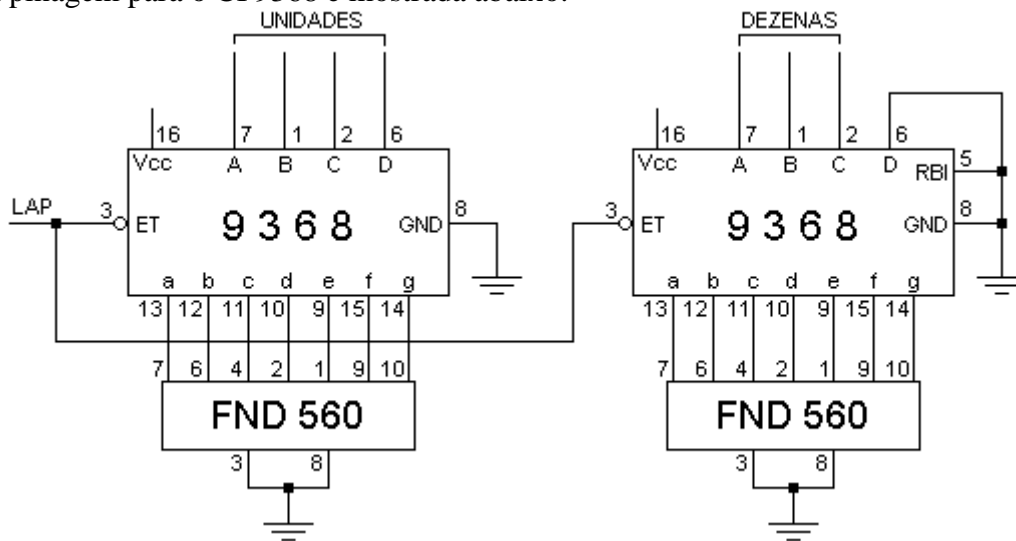


Esse bloco é formado por um contador de década (7490) e um contador módulo 6 (7492) e para tal, é necessário que o pino 8 do CI 7492 seja aterrado; neste caso, os contadores também estão ligados em cascata.

A saída binária composta pelas unidades e dezenas deverá alimentar displays de 7 segmentos depois de devidamente decodificada.

Os displays podem ser do tipo FND 560 ou similar, desde que sejam catodo comum.

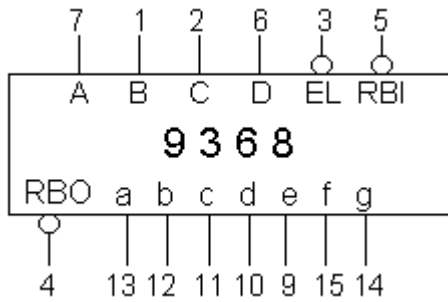
Pode-se decodificar as saídas através dos circuitos integrados comerciais 9368 ou 7448. Ambos possuem na entrada um latch para controlar as saídas binárias. A forma de ligação e respectiva pinagem para o CI 9368 é mostrada abaixo:



Observa-se que nas entradas dos decodificadores existe um controle LAP. No instante em que o mesmo é acionado, os decodificadores param e o display para, enquanto que os contadores continuam a contagem, permitindo assim a leitura parcial dos displays sem que a contagem seja prejudicada.

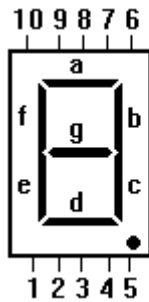
Desacionando o LAP os displays mostrarão novamente o tempo total que está decorrendo.

Para facilitar a identificação dos controles do CI 9368, mostramos a seguir a sua pinologia e respectivas funções:



Vcc = pino 16
 Gnd = pino 8
 RBO = L, display apagado
 RBI = L, eliminação do zero
 EL = teste dos segmentos

A pinologia para o display FND 560 ou similar é mostrada abaixo:



PINAGEM

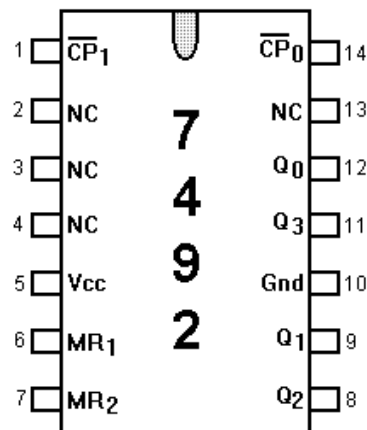
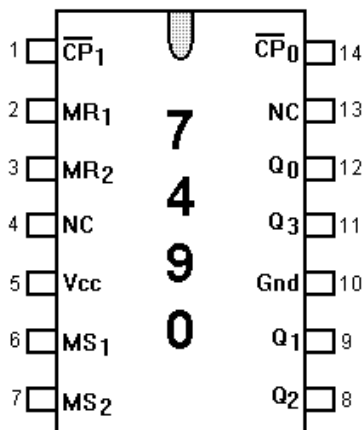
Pinos 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10,
 segmentos E, D, C, B, A, F
 e G respectivamente.
 Pinos 3 e 8, catodo comum
 Pino 5, ponto

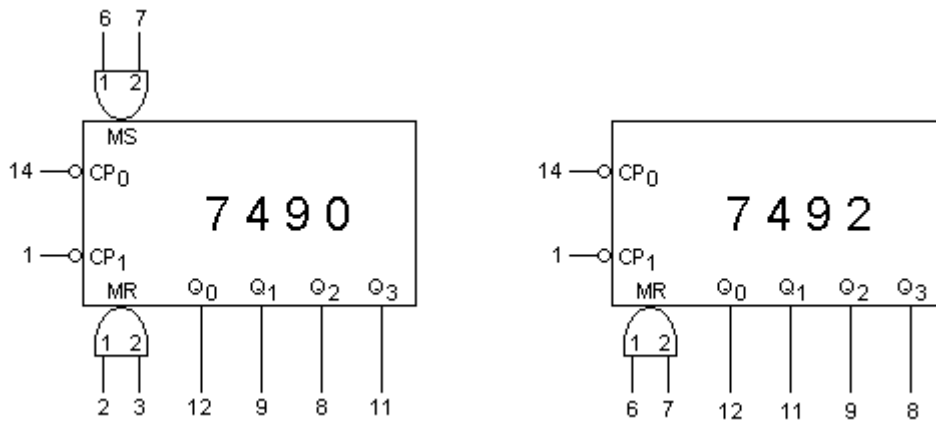
A fim de facilitar a ligação dos circuitos integrados comerciais 7490 e 7492 é mostrada a seguir a pinologia dos mesmos, bem como o símbolo lógico.

As saídas Q_0 , Q_1 , Q_2 e Q_3 , correspondem respectivamente às saídas Q_A , Q_B , Q_C e Q_D .

MR significa Master Reset e MS significa Master Set, ambos possuem duas entradas e são constituídos por portas lógicas AND.

Observa-se ainda que são ativos em nível lógico H.





ESPECIFICAÇÕES:

7490	7492
DECADE COUNTER	DIVIDE-BY-TWELVE COUNTER
<u>Contador de década (tipo ripple)</u>	<u>Contador divisor por 12 (tipo ripple)</u>
Consiste de um contador de 4 bits, contendo internamente quatro FFs mestre-escravo, conectados internamente, de modo a permitir a operação de duas seções: uma que divide por 2 e outra que divide por 5.	Consiste de um contador de 4 bits e divisor por 12. Contém internamente quatro FFs mestre-escravo, conectados internamente, de forma a permitir a operação de duas seções: uma que divide por 2 e outra que divide por 6.
Cada seção tem um clock independente que ativa na transição H-L.	Cada seção tem um clock independente que ativa na transição H-L.

O cronômetro em questão pode ter seu circuito modificado, podendo por exemplo, proceder a contagem de décimos de segundo.

Para tal, é necessário que os pulsos de clock sejam retirados da saída adequada.

Por exemplo, se os pulsos de clock forem retirados do pino 15 do FF 7476 (saída Q), a frequência será de 30Hz e então teremos: $T = 1 / 30$.

Se esses pulsos alimentarem diretamente o clock do bloco dos contadores (pino 14 do CI 7490, que corresponde às unidades), a contagem será mais rápida, ou seja, 30 vezes mais rápida em relação ao funcionamento normal do cronômetro.

Com base nos diagramas de tempo apresentados abaixo, poderão ser introduzidas as modificações desejadas, para alterar a performance do cronômetro.

