

MULTITIMER

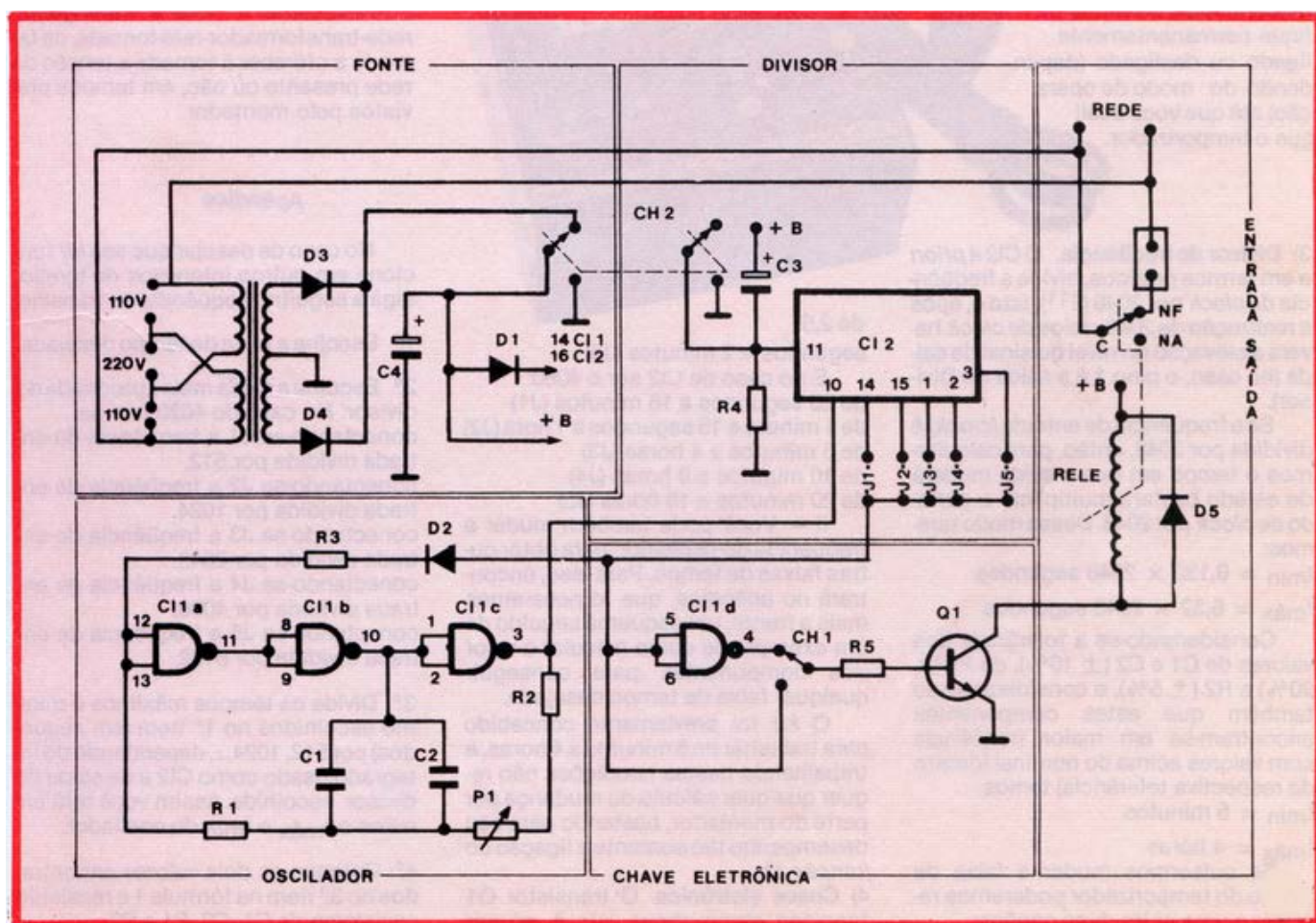
O multímetro é um aparelho controlador de tempo programável, para qualquer tipo de aparelho que funcione em 110 ou 220V CA e consuma até 6 ampères.

A faixa de operação básica é de 5 minutos até 4 horas, através de um potenciômetro fixado no painel, cuja faixa de operação poderá ser alterada através de "jumpers" ou pequenas modificações.

Funciona de duas formas:

- 1 – previamente desligado e após certo tempo ligado
- 2 – previamente ligado e após certo tempo desligado

O diagrama esquemático é mostrado abaixo:



RESISTORES – 1/4w

- R1 = 1k
- R2 = 100k
- R3 = 10k
- R4 = 47k

R5 = 10k

P1 = potenciômetro linear de 4,7M

CAPACITORES – tensão de trabalho mínima de 25V

C1 = 470nF

C2 = 470nF

C3 = 10uF

C4 = 1.000uF

SEMICONDUTORES

D1, D2, D5 = 1N914 ou 1N4148

D3, D4 = 1N4001 ou 1N4004

Q1 = TIP 120

CI-1 = CD4011

CI-2 = CD4020

DIVERSOS

Relê RU 101012 ou similar

Transformador primário 110/220V – secundário 9 + 9V – 200mA

CH1 e CH2 = chaves HH de deslizar ou alavanca

Parafusos, porcas, knob para potenciômetro ou chave de onda, tomada para painel, caixa para acondicionar o circuito, etc.

BLOCOS QUE FORMAM O MULTITIMER:

1 – FONTE:

O retificador é do tipo onda completa, sendo os diodos D3 e D4 usados como retificadores e o capacitor C4 como filtro.

O transformador é do tipo primário série-paralelo (dois enrolamentos independentes) e secundário com CT.

Essa fonte fornece uma tensão de saída de 12 volts. A chave CH-2 tem duas posições:

1. Direto: fará com que o dispositivo seja ligado diretamente à rede;
2. Ligado: fará com que o dispositivo se submeta ao controle do temporizador.

2 – OSCILADOR:

O circuito oscilador é formado pelo CI-1 (a, b e c) cuja frequência de oscilação é controlada pelo potenciômetro P1.

Essa frequência pode ser calculada pela fórmula:

$$T = 1,4(R2 + P1)(C1 + C2)$$

$$\text{Logo: } f = 1/T$$

Assim, quando P1 estiver no seu valor mínimo, teremos:

$$T = 1,4R2 (C1 + C2)$$

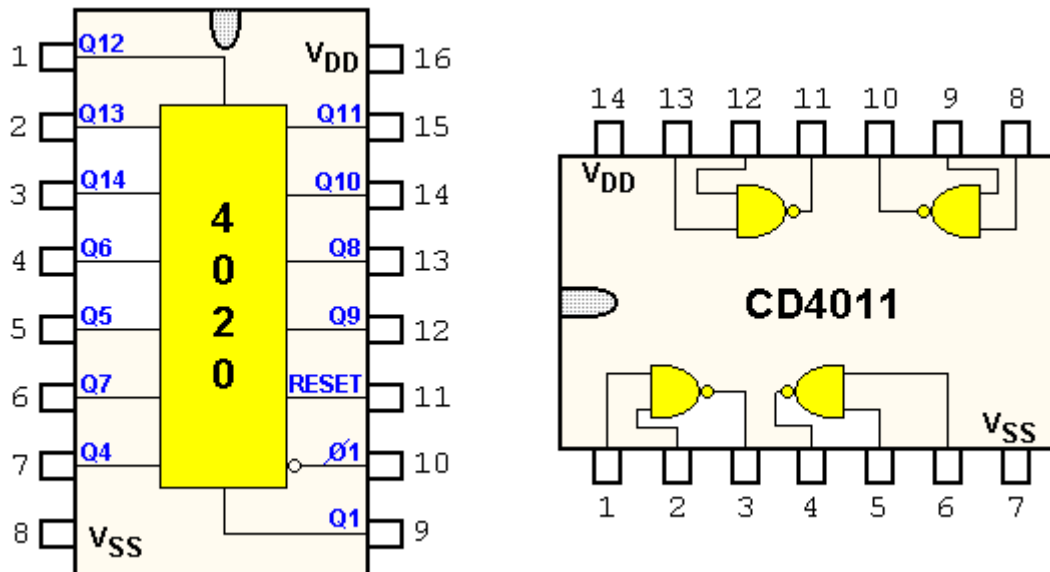
Substituindo os valores, temos:

$$T = 1,4 \times 100k \times 0,94 \times 10^{-6} = 0,132s$$

Quando P1 estiver no seu valor máximo, teremos:

$$T = 1,4(100k + 4,7M)(0,94 \times 10^{-6}) = 6,32s$$

Este oscilador funcionará como clock para o CI-2, que é um divisor de frequência.



R3 e D2 inibem o oscilador ao término do tempo programado, fazendo que o dispositivo fique permanentemente ligado ou desligado (independente do modo de operação) até que o temporizador seja desligado da rede.

3 – DIVISOR DE FREQUÊNCIA:

O CI-2 é o responsável pela divisão da frequência de clock proveniente do oscilador, fazendo com que após 2.048 ciclos (2^{11}) haja uma elevação do nível do sinal de saída.

O pino 1 do CI-2 é a saída do divisor.

Se a entrada é dividida por 2.048, podemos calcular o tempo que a saída mudará de estado, multiplicando o período de clock por 2.048.

Com base no cálculo anterior:

$$\text{Tempo mínimo: } 0,132 \times 2.048 = 270,3s = 4,51 \text{ minutos} \approx 5 \text{ minutos}$$

$$\text{Tempo máximo: } 6,32 \times 2.048 = 12.943,6s = 3,59 \text{ horas} \approx 4 \text{ horas}$$

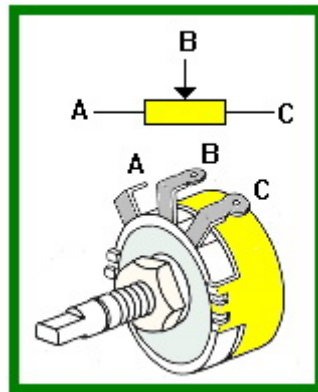
OBS: o tempo mínimo refere-se quando o potenciômetro P1 está com seu valor mínimo de resistência e o tempo máximo considera o potenciômetro P1 com o seu valor máximo de resistência.

Os tempos calculados anteriormente foram aproximados levando-se em consideração a tolerância dos componentes que formam o circuito.

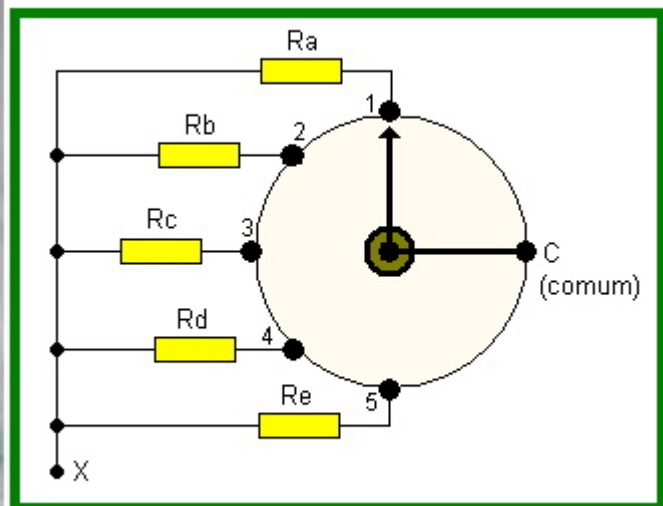
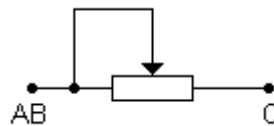
Daí, podemos calcular o tempo para qualquer posição do potenciômetro P1 e calibrar uma escala com os tempos calculados.

Podemos também ao invés de usar um potenciômetro utilizar uma chave de ondas com o número de posições adequadas ao nosso caso.

A figura a seguir ilustra um potenciômetro e uma chave de ondas de 1 polo com 5 posições.



Os pontos A e B podem ser interligados e inseridos entre C2 e R2.



Na ligação da chave de onda, os resistores devem ser calculados de acordo com as necessidades do projeto e os pontos X e C(comum) devem ser inseridos entre C2 e R2 no lugar do potenciômetro P1.

Vejamos dois exemplos de cálculo.

1 - Suponhamos que queiramos um tempo de 15 minutos quando a chave de onda estiver na posição 1. Qual deve ser o valor do resistor Ra?

$$15 \text{ minutos} = 900 \text{ segundos}$$

$$900 / 2048 = 0,43945$$

Partindo da fórmula: $T = 1,4(R2 + P1)(C1 + C2)$, substituindo temos:

$$0,43945 = 1,4(100k + Ra)(0,94 \times 10^{-6})$$

$$0,43945 = (140 \times 10^3 + 1,4Ra)(0,94 \times 10^{-6})$$

$$0,43945 = 0,1316 + 1,316 \times 10^{-6}Ra \rightarrow 0,30785 = 1,1316 \times 10^{-6}Ra$$

$$Ra = 0,30785 / 1,1316 \times 10^{-6} = 233,94k$$

2 - Suponhamos que queiramos um tempo de 2 horas quando a chave de onda estiver na posição 2. Qual deve ser o valor do resistor Rb?

$$2 \text{ horas} = 7.200 \text{ segundos}$$

$$7.200 / 2048 = 3,516$$

$$3,516 = 1,4(100k + Rb)(0,94 \times 10^{-6})$$

$$3,516 = (140 \times 10^3 + 1,4Rb)(0,94 \times 10^{-6})$$

$$3,516 = 0,1316 + 1,316 \times 10^{-6}Rb \rightarrow 3,384 = 1,1316 \times 10^{-6}Rb$$

$$Rb = 3,384 / 1,1316 \times 10^{-6} = 2,57M$$

OUTRAS OPÇÕES PARA DIVISÃO DA FREQUÊNCIA:

O CI-2 tem nos pinos 14, 15, 1, 2 e 3 respectivamente opções para outras possibilidades de divisão de frequência, que correspondem aos jumpers J1, J2, J3, J4 e J5

J1 => divide por 512 (1 minuto e 15 segundos a 1 hora)

J2 => divide por 1.024 (2 minutos e 30 segundos a 2 horas)

J3 => divide por 2.048 (este projeto) (5 minutos a 4 horas)

J4 => divide por 4.096 (10 minutos a 8 horas)

J5 => divide por 8.192 (20 minutos a 16 horas)

Este temporizador foi projetado para operar numa faixa de tempo de 5 minutos a 4 horas (jumper 3). No entanto poderão ser utilizadas outras faixas de tempo.

Suponhamos que seja escolhida uma faixa de tempo que corresponde um período de 1 hora até 10 horas e que optamos pela conexão do jumper 4 (divide por 4.096), desconectando então o jumper 3.

Neste caso os valores de R2, C1 e C2 devem ser recalculados.

Supondo a utilização do potenciômetro de 4,7M da nossa lista de materiais, teremos então:

Tempo máximo = 10 horas = 36.000s → $36.000 / 4.096 = 8,789$

Tempo mínimo = 1 hora = 3.600s → $3.600 / 4.096 = 0,8789$

Equação a: $0,8789 = 1,4(R2 + 0) (Cx)$, onde $Cx = C1 + C2$

Daí: $Cx = 0,8789 / 1,4R2$

Equação b: $8,789 = 1,4(R2 + 4,7 \times 10^6)(Cx)$

Substituindo em b, temos:

$8,789 = 1,4(R2 + 4.700.000) (0,8789 / 1,4R2)$

$8,789(1,4R2) = (1,4R2 + 6.580.000)(0,8789)$

$12,305R2 = (1,2305R2 + 5.783.162)$

$11,0745R2 = 5.783.162 \rightarrow R2 = 5.783.162 / 11,0745 = 522,2k$

Partindo de $Cx = 0,8789 / 1,4R2$, substituindo temos:

$0,8789 / 1,4(522.200) = 0,8789 / 731.080 = 1,202\mu F$

Como $Cx = C1 + C2$, podemos adotar, por exemplo, como valores comerciais:

$680nF + 470nF (1,15\mu F$, cuja tolerância é da ordem de 5%)

Para o resistor R2, podemos adotar um valor comercial de 510k (560k também poderá ser adotado, já que a tolerância é muito baixa em relação ao valor calculado).

Os capacitores C1 e C2 devem ser preferencialmente de poliéster metalizado devido a baixa tolerância. Embora mais caros, os capacitores eletrolíticos de tântalo são uma boa opção.

4 – CHAVEAMENTO ELETRÔNICO

O transistor Q1 opera como uma chave eletrônica, ou seja, ao ser polarizado na condição de saturação energizando a bobina do relê, fechando os seus contatos.

Na condição de corte nenhuma corrente circula por Q1 e a bobina do relê estará então desenergizada, e os contatos abertos.

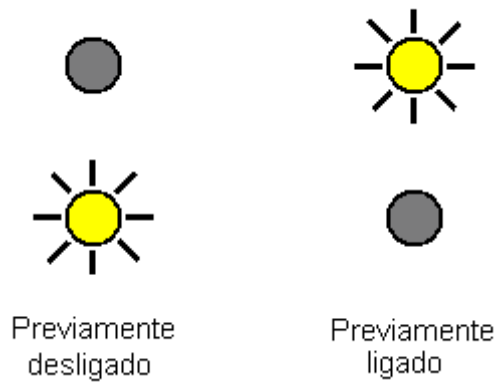
Neste projeto estamos usando o contato do relê "*normalmente fechado*" e, portanto, se ele estiver desenergizado haverá a tensão da rede na tomada do temporizador.

Havendo a energização o contato abrirá e não haverá a tensão da rede na tomada.

A chave **CH-1** permite que o temporizador opere dois modos:

1 – Previamente desligado (sem tensão na tomada do painel do temporizador) e após o tempo pré-programado haverá tensão na tomada.

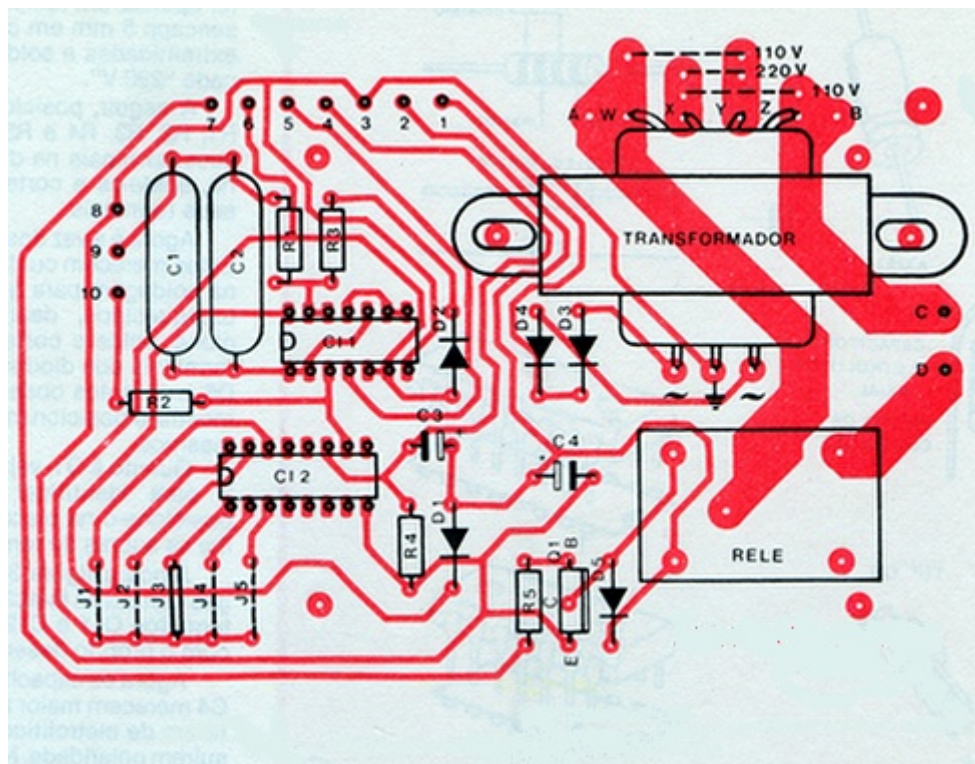
2 – Previamente ligado (com tensão na tomada do painel do temporizador) e após o tempo pré-programado não haverá mais tensão.



5 - ENTRADA - SAÍDA

Esse bloco funciona de tal forma a fornecer na tomada do temporizador a tensão da rede para a ligação de qualquer tipo de aparelho, desde que não ultrapasse a corrente de 6A, o que implica em uma carga de aproximadamente 600VA.

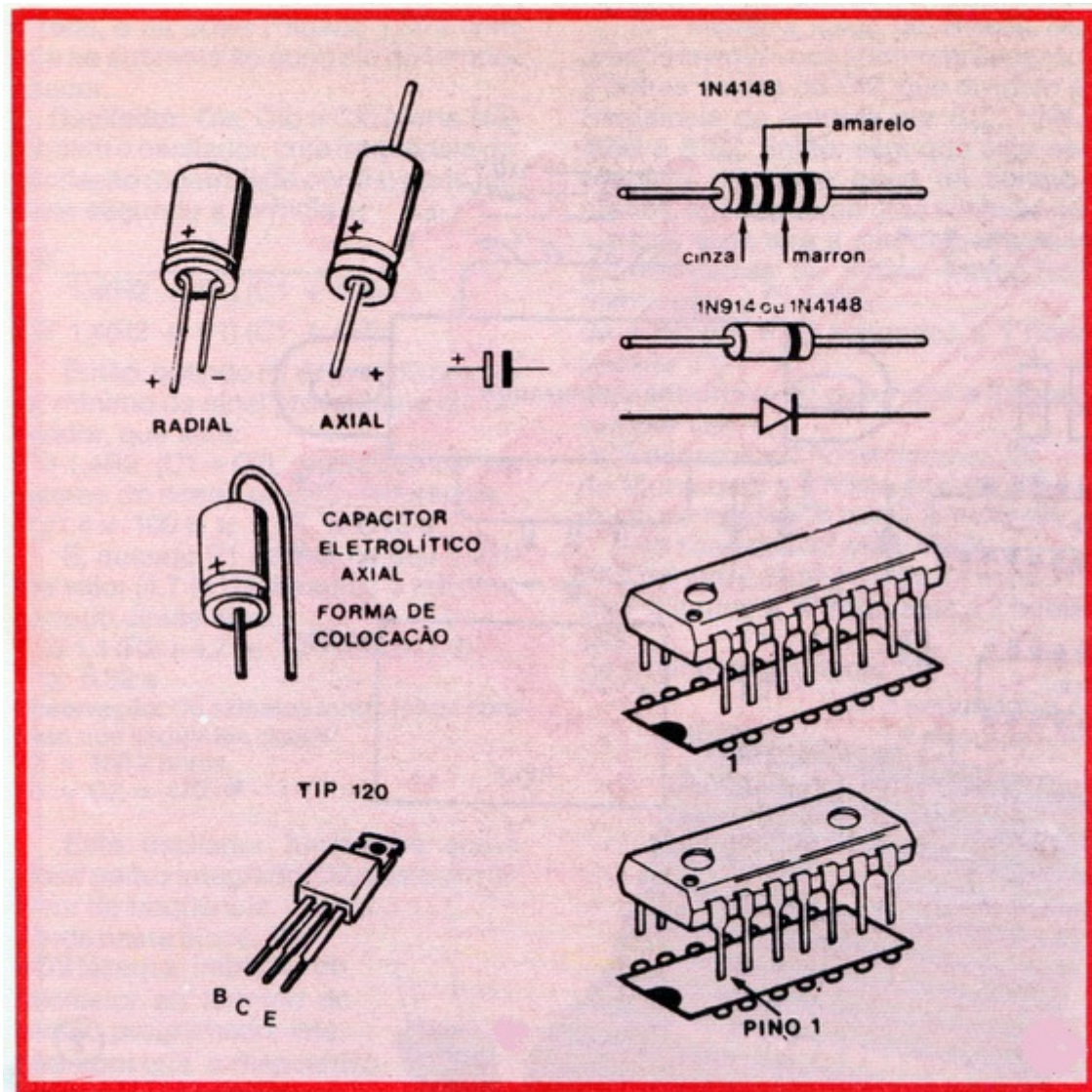
A figura abaixo mostra a placa de circuito impresso vista por cima, ou seja o lado dos componentes.



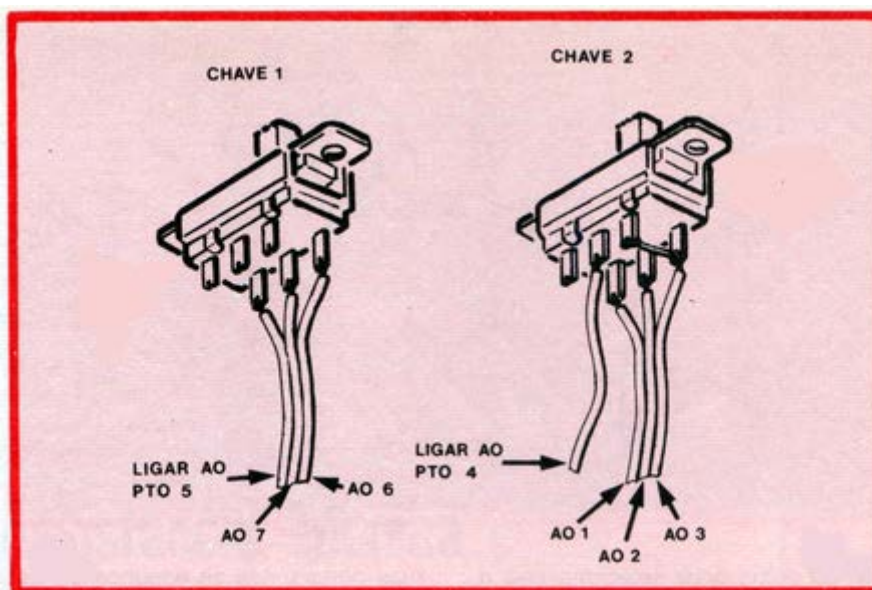
MONTAGEM:

A montagem é bastante simples, devendo-se ter o cuidado para não inverter a polaridade de componentes estratégicos como diodos, capacitores eletrolíticos e semicondutores, sob o risco de danificá-los.

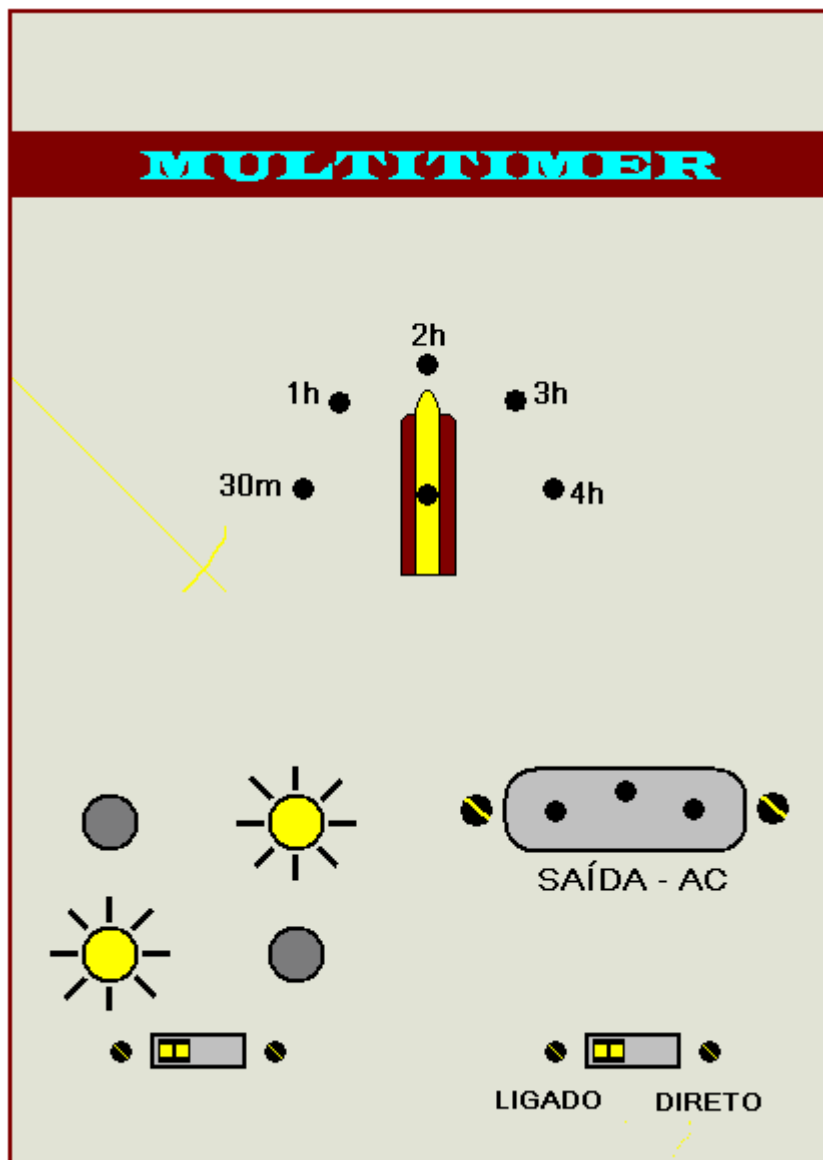
As figuras a seguir dão uma orientação a respeito. Observe com muita atenção as ligações dos terminais das chaves CH-1 e CH-2.



OBS: A simbologia usada para o diodo 1N4004 é a mesma que se utiliza para os diodos 1N4148 ou 1N914. O anel sempre representa o catodo.



Veja na figura abaixo uma sugestão para o painel do temporizador. Lembre-se de que o controle do temporizador pode ser feito através de um potenciômetro ou de uma chave de ondas, conforme explicado anteriormente.



LIGAÇÃO EM 110V e 220V

Para que o temporizador opere em 220V, torna-se necessário modificar a entrada da fonte de alimentação, uma vez que a tomada do temporizador é ativada apenas pelos contatos do relê.

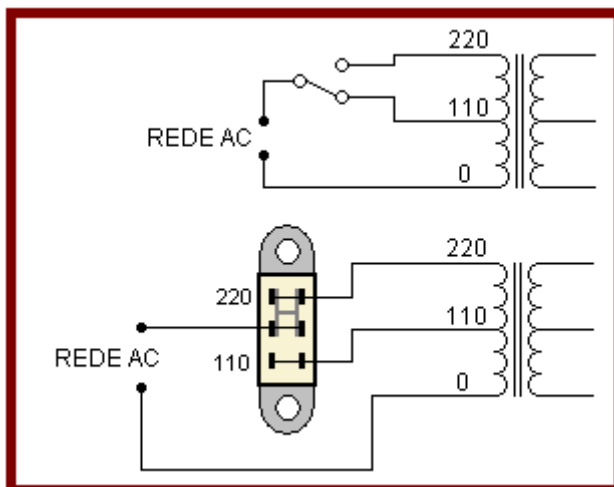
Isto significa que qualquer que seja a tensão da rede, a mesma estará presente na tomada do temporizador.

Então um cuidado deve ser tomado quanto a ligação do primário do transformador à rede de energia em 110V ou 220V.

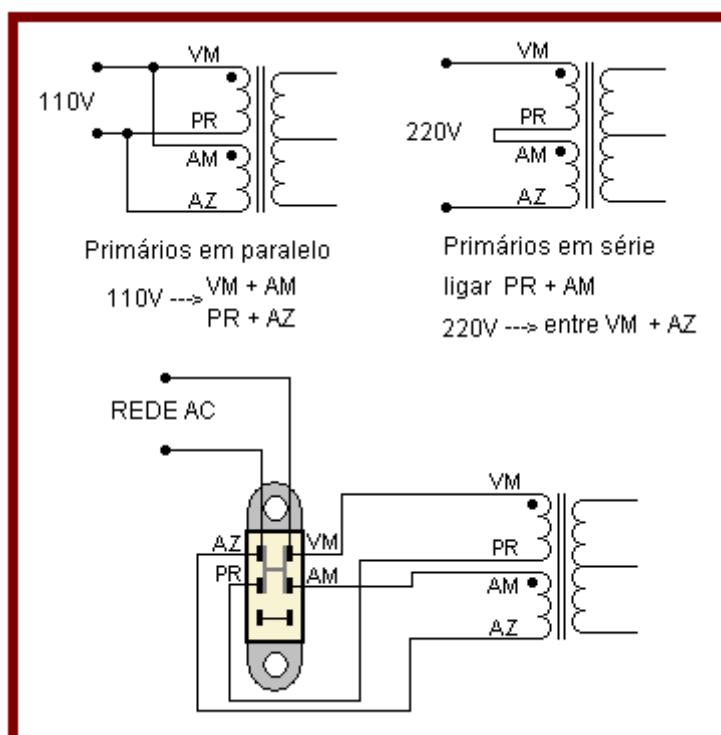
Utiliza-se uma chave HH para fazer essa conversão. Quando o transformador tem um primário com derivações a tarefa é bem simples, no entanto muitos transformadores de boa qualidade adotam dois enrolamentos primários para serem ligados em série ou em paralelo.

Aí, a tarefa é um pouco mais complicada, pois a inversão de fase em um dos enrolamentos primários danificará o transformador.

A figura abaixo mostra a forma de ligação de um transformador com um enrolamento primário com derivações para 110V e 220V.



A figura abaixo mostra um transformador com 2 enrolamentos primários. Para 110V esses enrolamentos devem ser ligados em paralelo enquanto que os mesmos devem ser ligados em série para rede de 220V.



Observe que quando o cursor da chave estiver para cima, os enrolamentos estarão em paralelo e portanto, a tensão de entrada é 110V.

Ao deslizar o cursor para baixo, os enrolamentos ficarão em série e a tensão de entrada deve ser 220V.

A figura a seguir mostra o aspecto do temporizador após montado em uma caixa metálica.

Observe que a tomada do temporizador está fixada em uma das laterais.

